This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

A propos de ce livre

Ceci est une copie numérique d'un ouvrage conservé depuis des générations dans les rayonnages d'une bibliothèque avant d'être numérisé avec précaution par Google dans le cadre d'un projet visant à permettre aux internautes de découvrir l'ensemble du patrimoine littéraire mondial en ligne.

Ce livre étant relativement ancien, il n'est plus protégé par la loi sur les droits d'auteur et appartient à présent au domaine public. L'expression "appartenir au domaine public" signifie que le livre en question n'a jamais été soumis aux droits d'auteur ou que ses droits légaux sont arrivés à expiration. Les conditions requises pour qu'un livre tombe dans le domaine public peuvent varier d'un pays à l'autre. Les livres libres de droit sont autant de liens avec le passé. Ils sont les témoins de la richesse de notre histoire, de notre patrimoine culturel et de la connaissance humaine et sont trop souvent difficilement accessibles au public.

Les notes de bas de page et autres annotations en marge du texte présentes dans le volume original sont reprises dans ce fichier, comme un souvenir du long chemin parcouru par l'ouvrage depuis la maison d'édition en passant par la bibliothèque pour finalement se retrouver entre vos mains.

Consignes d'utilisation

Google est fier de travailler en partenariat avec des bibliothèques à la numérisation des ouvrages appartenant au domaine public et de les rendre ainsi accessibles à tous. Ces livres sont en effet la propriété de tous et de toutes et nous sommes tout simplement les gardiens de ce patrimoine. Il s'agit toutefois d'un projet coûteux. Par conséquent et en vue de poursuivre la diffusion de ces ressources inépuisables, nous avons pris les dispositions nécessaires afin de prévenir les éventuels abus auxquels pourraient se livrer des sites marchands tiers, notamment en instaurant des contraintes techniques relatives aux requêtes automatisées.

Nous vous demandons également de:

+ *Ne pas utiliser les fichiers à des fins commerciales* Nous avons conçu le programme Google Recherche de Livres à l'usage des particuliers. Nous vous demandons donc d'utiliser uniquement ces fichiers à des fins personnelles. Ils ne sauraient en effet être employés dans un quelconque but commercial.

+ *Ne pas procéder à des requêtes automatisées* N'envoyez aucune requête automatisée quelle qu'elle soit au système Google. Si vous effectuez des recherches concernant les logiciels de traduction, la reconnaissance optique de caractères ou tout autre domaine nécessitant de disposer d'importantes quantités de texte, n'hésitez pas à nous contacter. Nous encourageons pour la réalisation de ce type de travaux l'utilisation des ouvrages et documents appartenant au domaine public et serions heureux de vous être utile.

+ *Ne pas supprimer l'attribution* Le filigrane Google contenu dans chaque fichier est indispensable pour informer les internautes de notre projet et leur permettre d'accéder à davantage de documents par l'intermédiaire du Programme Google Recherche de Livres. Ne le supprimez en aucun cas.

+ *Rester dans la légalité* Quelle que soit l'utilisation que vous comptez faire des fichiers, n'oubliez pas qu'il est de votre responsabilité de veiller à respecter la loi. Si un ouvrage appartient au domaine public américain, n'en déduisez pas pour autant qu'il en va de même dans les autres pays. La durée légale des droits d'auteur d'un livre varie d'un pays à l'autre. Nous ne sommes donc pas en mesure de répertorier les ouvrages dont l'utilisation est autorisée et ceux dont elle ne l'est pas. Ne croyez pas que le simple fait d'afficher un livre sur Google Recherche de Livres signifie que celui-ci peut être utilisé de quelque façon que ce soit dans le monde entier. La condamnation à laquelle vous vous exposeriez en cas de violation des droits d'auteur peut être sévère.

À propos du service Google Recherche de Livres

En favorisant la recherche et l'accès à un nombre croissant de livres disponibles dans de nombreuses langues, dont le français, Google souhaite contribuer à promouvoir la diversité culturelle grâce à Google Recherche de Livres. En effet, le Programme Google Recherche de Livres permet aux internautes de découvrir le patrimoine littéraire mondial, tout en aidant les auteurs et les éditeurs à élargir leur public. Vous pouvez effectuer des recherches en ligne dans le texte intégral de cet ouvrage à l'adresse `http://books.google.com`

LSoc 451.1.2

Harvard College Library

FROM THE FUND OF

CHARLES MINOT
(Class of 1828).

Received 7 Oct. 1898.

MÉMOIRES

DE L'ACADÉMIE ROYALE

DES

SCIENCES, DES LETTRES ET DES BEAUX-ARTS

DE BELGIQUE

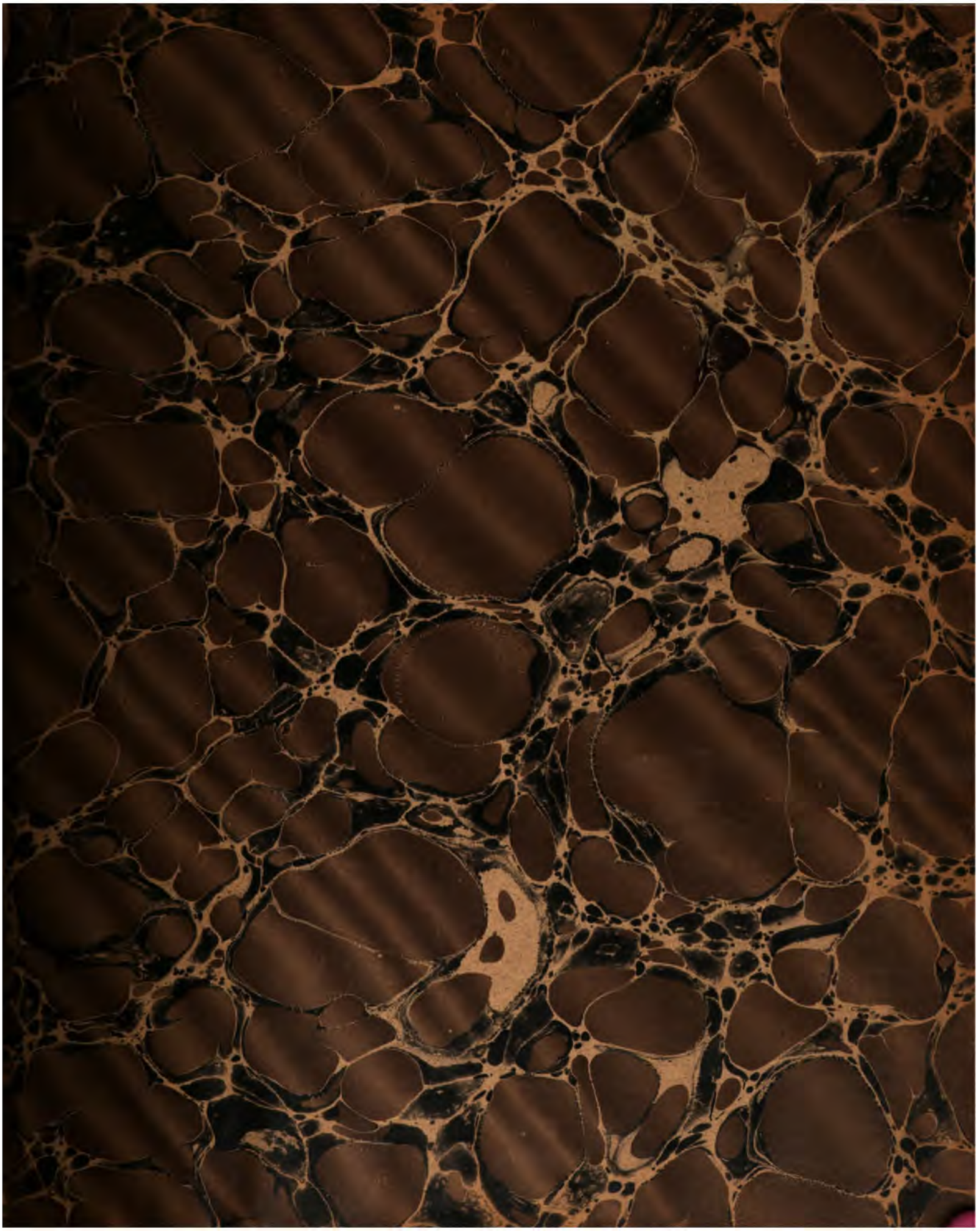
4 Soc 451.1.2

Harvard College Library

FROM THE FUND OF

CHARLES MINOT
(Class of 1828).

Received 7 Oct. 1898.



MÉMOIRES

DE L'ACADÉMIE ROYALE

DES

SCIENCES, DES LETTRES ET DES BEAUX-ARTS

DE BELGIQUE

Anal.

HARVARD COLLEGE LIBRARY

MÉMOIRES

DE

L'ACADÉMIE ROYALE

DES

SCIENCES DES LETTRES ET DES BEAUX-ARTS

DE BELGIQUE

TOME LIII

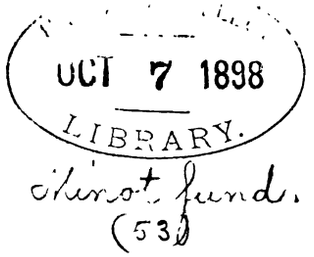
BRUXELLES,

HAYEZ, IMPRIMEUR DE L'ACADÉMIE ROYALE DES SCIENCES, DES LETTRES ET DES BEAUX-ARTS DE BELGIQUE,

rue de Louvain, 112

OCTOBRE 1895 — JUIN 1898

L Soc 451.1.2



Shinot fund.
(53)

LISTE DES MEMBRES

DES

CORRESPONDANTS ET DES ASSOCIÉS DE L'ACADÉMIE

(1er mai 1898)

LE ROI, Protecteur.

Tardieu, Charles, président pour 1898.
Marchal, le chev. Edmond, secrétaire perpétuel.

COMMISSION ADMINISTRATIVE.

Le directeur de la Classe des Sciences, Éd. Dupont.
» » des Lettres, Ferd. Vander Haeghen.
» » des Beaux-Arts, Ch. Tardieu.
Le Secrétaire perpétuel, le chevalier Edm. Marchal.
Le délégué de la Classe des Sciences, Fr. Crépin, *trésorier*.
» » des Lettres, Alph. Wauters.
» » des Beaux-Arts, Éd. Fétis.

CLASSE DES SCIENCES

DUPONT, Édouard, directeur pour 1898.
MARCHAL, le chev. Edmond, secrétaire perpétuel.

30 MEMBRES.

Section des sciences mathématiques et physiques (15 membres).

BRIALMONT, H.-Alexis, ✠ *G. C.*; à Saint-Josse-ten-Noode.	Élu le	15 déc. 1869.
FOLIE, François, ✠ *O.*; à Grivegnée (Liége)	—	15 déc. 1874.
DE TILLY, Joseph, ✠ *C.*; à Ixelles	—	16 déc. 1878.
VAN DER MENSBRUGGHE, Gustave, ✠ *O.*; à Gand	—	14 déc. 1883.
SPRING, Walthère, ✠ *O.*; à Liége	—	15 déc. 1884.
HENRY, Louis, ✠ *O.*; à Louvain	—	15 déc. 1886.
MANSION, Paul, ✠ *O.*; à Gand.	—	15 déc. 1887.
DE HEEN, Pierre ✠; à Liége	—	14 déc. 1888.
LE PAIGE, Constantin-M.-M.-H.-J., ✠; à Liége	—	15 déc. 1890
MARCHAL, le chevalier Edm.-L.-J.-G., ✠; à Saint-Josse-ten-Noode	—	5 mai 1891
TERBY, François ✠; à Louvain	—	15 déc. 1891.
LAGRANGE, Charles ✠; à Ixelles	—	15 déc. 1891.
DERUYTS, Jacques; à Liége.	—	15 déc. 1892.
NEUBERG, J., ✠; à Liége	—	15 déc. 1897.
LANCASTER, Albert; à Uccle	—	15 déc. 1897.

Section des sciences naturelles (15 membres).

DE SELYS LONGCHAMPS, le b^on^ Edm., ✠ *G. O.*; à Liége	Élu le	16 déc. 1846.
GLUGE, Théophile, ✠ *C.*; à Bruxelles	—	15 déc. 1849.
DEWALQUE, Gustave-G.-J., ✠ *C.*; à Liége	—	16 déc. 1859.
CANDÈZE, Ernest-C.-A, ✠ *O.*; à Glain (Liége)	—	15 déc. 1864.
DUPONT, Édouard-L.-F., ✠ *O.*; à Boitsfort	—	15 déc. 1869.
VAN BENEDEN, Édouard, ✠ *O.*; à Liége	—	16 déc. 1872.
MALAISE, Constantin-H.-G.-L., ✠; à Gembloux	—	15 déc. 1873.
PLATEAU, Félix-A.-J., ✠ *O.*; à Gand	—	15 déc. 1874.
CRÉPIN, François, ✠ *O.*; à Bruxelles	—	15 déc. 1875.
VAN BAMBEKE, Charles-E.-M., ✠ *O.*; à Gand	—	15 déc. 1879.

GILKINET, Alfred-Charles, ✠; à Liége . . . . . Élu le 15 déc. 1880.
MOURLON, Michel-J., ✠ *O.*; à Bruxelles . . . . . — 15 déc. 1886.
FREDERICQ, Léon, ✠; à Liége . . . . . — 14 déc. 1894.
MASIUS, J.-B.-N.-Voltaire, ✠ *O.*; à Liége . . . . . — 15 déc. 1896.
N . . . . . .

CORRESPONDANTS (10 au plus).

Section des sciences mathématiques et physiques.

JORISSEN, Armand; à Liége . . . . . Élu le 15 déc. 1892.
DELACRE, Maurice; à Gand . . . . . — 15 déc. 1893.
CÉSÀRO, Giuseppe; à Trooz (Liége) . . . . . — 14 déc. 1894.
N . . . . . .
N . . . . . .

Section des sciences naturelles.

RENARD, Alphonse-F., ✠ *O.*; à Wetteren. . . . . Élu le 15 déc. 1882.
ERRERA, Léo, ✠; à Bruxelles . . . . . — 15 déc. 1887.
VANLAIR, Constant, ✠ *O.*; à Liége . . . . . — 14 déc. 1888.
FRAIPONT, Julien-J.-J.; à Liége . . . . . — 13 déc. 1895.
FRANCOTTE, Polydore-Ch.-J.; à Saint-Josse-ten-Noode . — 15 déc. 1897.

50 ASSOCIÉS.

Section des sciences mathématiques et physiques (25 associés).

BUNSEN, Robert-Guill.-Eberh., ✠ *O.*; à Heidelberg . . Élu le 15 déc. 1865.
DE COLNET D'HUART, Alexandre; à Luxembourg . . . — 15 déc. 1873.
STRUVE, Otto-Wilhelm; à Poulkova . . . . . — 15 déc. 1874.
FAYE, Hervé-Aug.-Ét.-Albans; à Paris . . . . . — 16 déc. 1878.
KELVIN (Lord) [William THOMSON], ✠ *C.*; à Glasgow. . — 16 déc. 1878.
SCHIAPARELLI, Jean-Virginius; à Milan. . . . . — 15 déc. 1879.
THOMSEN, Jules; à Copenhague . . . . . — 15 déc. 1887.
BERTHELOT, Marcelin-P.-E.; à Paris. . . . . — 16 déc. 1889.
HERMITE, Charles; à Paris. . . . . — 16 déc. 1889.
VON BAYER, Adolphe; à Munich . . . . . — 15 déc. 1890.
NEWCOMB, Simon; à Washington . . . . . — 15 déc. 1891.
VAN DER WAALS, J.-D.; à Amsterdam . . . . . — 15 déc. 1891.
FOERSTER, Guillaume; à Berlin . . . . . — 15 déc. 1892.
FRIEDEL, Charles; à Paris. . . . . — 15 déc. 1892.

Cornu, Alfred; à Paris	Élu le 15 déc. 1892.
Quincke, Georges-H.; à Heidelberg	— 14 déc. 1894.
Lie, Sophus-M.; à Leipzig	— 14 déc. 1894.
van 't Hoff, J.-H.; à Berlin	— 14 déc. 1894.
Cannizzaro, Stanislas; à Rome	— 13 déc. 1895.
Mendeléeff, Dmitri-Ivanovitsch; à Saint-Pétersbourg	— 15 déc. 1896.
Beltrami, Eugène; à Rome	— 15 déc. 1896.
Janssen, P.-J.-C.; à Paris	— 15 déc. 1896.
Klein, F.; à Gœttingue	— 15 déc. 1897.
Salmon, G.; à Dublin	— 15 déc. 1897.
N	

Section des sciences naturelles (25 associés).

Hooker, Joseph-Dalton; à Kew (Angleterre)	Élu le 16 déc. 1872.
Gosselet, Jules-Auguste-Alex., ✻; à Lille	— 15 déc. 1876.
Kölliker, Rodolphe-Albert; à Wurtzbourg	— 14 déc. 1877.
Gegenbaur, Charles; à Heidelberg	— 15 déc. 1882.
Kowalewsky, Alex.; à Saint-Pétersbourg.	— 15 déc. 1882.
Nordenskjöld, le b^on^ Adolph-Nils-Eric; à Stockholm	— 15 déc. 1884.
Virchow, Rud.; à Berlin	— 15 déc. 1884.
de la Vallée Poussin, Charles-L.-J.-X., ✻ *O*; à Louvain.	— 15 déc. 1885.
Hall, James; à Albany (États-Unis)	— 15 déc. 1886.
Gaudry, Jean-Albert; à Paris	— 16 déc. 1889.
de Lacaze-Duthiers, F.-J.-H.; à Paris	— 15 déc. 1892.
Marsh, O.-C.; à New-Haven (États-Unis)	— 15 déc. 1893.
Engelmann, Th.-W.; à Berlin	— 15 déc. 1893.
Suess, Édouard; à Vienne	— 14 déc. 1894.
Renault, B.; à Paris	— 14 déc. 1894.
Strassburger, Édouard, ✻ *O.*; à Bonn	— 13 déc. 1895.
Marey, Étienne-Jules; à Paris	— 13 déc. 1895.
Geikie, Sir Archibald; à Londres	— 13 déc. 1895.
Treub, Melchior; à Buitenzorg (Batavia).	— 15 déc. 1896.
Haeckel, Ern.-Henri; à Iéna	— 15 déc. 1897.
Chauveau, J.-B.-Aug.; à Paris	— 15 déc. 1897.
Pfeffer, Wilhelm; à Leipzig.	— 15 déc. 1897.
Flower, Sir William-H.; à Londres	— 15 déc. 1897.
de Lapparent, A.; à Paris.	— 15 déc. 1897.
N	

CLASSE DES LETTRES

VANDER HAEGHEN, Ferdinand, directeur pour 1898.
MARCHAL, le chev. Edmond, secrétaire perpétuel.

30 MEMBRES.

Section des lettres et Section des sciences morales et politiques réunies.

WAUTERS, Alphonse, ✠ *O.*; à Bruxelles	Élu le 11 mai	1868.
DE BORCHGRAVE, le Bon Émile-J.-Y.-M., ✠ *C.*; à Vienne.	— 12 mai	1873.
ROLIN-JAEQUEMYNS, Gust., ✠; à Bruxelles	— 6 mai	1878.
BORMANS, Stanislas, ✠ *O.*; à Liége	— 5 mai	1879.
PIOT, Charles-G.-J., ✠ *C.*; à Saint-Gilles (Brux.) .	— 5 mai	1879.
POTVIN, Charles, ✠; à Ixelles	— 9 mai	1881.
STECHER, Jean-Auguste, ✠ *C.*; à Liége	— 9 mai	1881.
LAMY, Thomas-Joseph, ✠ *O.*; à Louvain	— 8 mai	1882.
LOOMANS, Charles-W.-H., ✠ *C.*; à Liége	— 10 mai	1886.
TIBERGHIEN, Guill., ✠ *C.*; à Saint-Josse-ten-Noode.	— 9 mai	1887.
DE HARLEZ, le chev. Charles-Joseph, ✠; à Louvain.	— 7 mai	1888.
VANDERKINDERE, Léon-A.-V.-J., ✠ *O.*; à Uccle. . .	— 7 mai	1888.
GOBLET D'ALVIELLA, le comte Eugène, ✠ *O.*; à Saint-Gilles (Bruxelles)	— 5 mai	1890.
VANDER HAEGHEN, Ferdinand, ✠ *O.*; à Gand . . .	— 4 mai	1891.
PRINS, Adolphe, ✠ *O.*; à Ixelles	— 4 mai	1891.
MARCHAL, le chevalier Edmond-L.-J.-G., ✠; à Saint-Josse-ten-Noode	— 5 mai	1891.
VUYLSTEKE, Jules; à Gand.	— 9 mai	1892.
BANNING, Émile, ✠ *C.*; à Ixelles	— 9 mai	1892.
GIRON, Alfred, ✠ *C.*; à Ixelles.	— 9 mai	1892.
DE CHESTRET DE HANEFFE, le baron J.; à Liége . . .	— 8 mai	1893.
FREDERICQ, Paul, ✠; à Gand	— 7 mai	1894.
KURTH, Godefroid, ✠ *O.*; à Liége.	— 7 mai	1894.
MESDACH DE TER KIELE, Ch., ✠ *G. O.*; à Bruxelles .	— 6 mai	1895.

Denis, Hector; à Ixelles	Élu le	6 mai	1895.
Descamps, le chevalier Ed., ✠; à Louvain	—	11 mai	1896.
Monchamp, Georges; à Liége	—	11 mai	1896.
Sleeckx, Dominique, ✠; à Liége	—	10 mai	1897.
Thomas, Paul, ✠; à Gand	—	10 mai	1897.
Discailles, Ernest, ✠ *O*; à Gand	—	10 mai	1897.
N			

CORRESPONDANTS (10 au plus).

Loise, Ferdinand, ✠ *O.*; à Saint-Servais (Namur)	Élu le	12 mai	1873.
Duvivier, Charles, ✠ *O.*; à Bruxelles	—	6 mai	1895.
Brants, Victor, ✠; à Louvain	—	6 mai	1895.
De Smedt, Charles, ✠; à Bruxelles	—	11 mai	1896.
Willems, Alphonse, ✠; à Bruxelles	—	11 mai	1896.
Leclercq, Jules; à Bruxelles	—	10 mai	1897.
Wilmotte, Maurice; à Liége	—	10 mai	1897.
N			
N			
N			

50 ASSOCIÉS.

von Löher, François, ✠ *C.*; à Munich	Élu le	13 mai	1862.
Mommsen, Théodore; à Berlin	—	5 mai	1866.
d'Antas, le chevalier M., ✠ *G. C.*; à Londres	—	6 mai	1872.
Rivier, Alph.-P.-O., ✠ *O.*; à Saint-Gilles (Bruxelles)	—	12 mai	1873.
Desmaze, Charles; à Paris	—	4 mai	1874.
Oppert, Jules; à Paris	—	4 mai	1874.
Delisle, Léopold-Victor; à Paris	—	10 mai	1875.
di Giovanni, Vincenzo; à Palerme	—	6 mai	1878.
d'Olivecrona, Samuel-Rodolphe-Detler-Canut; à Stockholm	—	10 mai	1880.
Bohl, Joan, ✠; à Amsterdam	—	9 mai	1881.
Gladstone, William-Ewart; à Londres	—	8 mai	1882.
Dareste, Rodolphe, ✠ *C.*; à Paris	—	5 mai	1884.
Bréal, Michel-Jules-Alfred; à Paris	—	5 mai	1884.
Beets, Nicolas; à Utrecht	—	4 mai	1885.
Sully Prudhomme, René-François-Armand; à Paris	—	4 mai	1885.

Perrot, Georges; à Paris	Élu le	10 mai 1886.
Philippson, Martin; à Berlin	—	10 mai 1886.
Snieders, Auguste, ✠ *O.*; à Anvers	—	10 mai 1886.
Leroy-Beaulieu, Pierre-Paul, ✠ *O.*; à Paris	—	9 mai 1887.
Canonico, Tancrède; à Rome	—	7 mai 1888.
Sohm, Rudolphe; à Leipzig	—	7 mai 1888.
Nadaillac, J.-F.-A. du Pouget (m^is^ de); à Paris	—	7 mai 1888.
Lallemand, Léon; à Paris	—	7 mai 1888.
Lucchini, Louis; à Bologne	—	7 mai 1888.
Hirschfeld, Otto; à Berlin	—	6 mai 1889.
Worms, Émile; à Rennes	—	6 mai 1889.
te Winkel, Jean; à Amsterdam	—	5 mai 1890.
de Franqueville, le c^te^ Amable-Charles-Franquet, ✠ *C.*; à Paris.	—	5 mai 1890.
Hübner, Émile; à Berlin.	—	4 mai 1891.
Büdinger, Max.; à Vienne	—	9 mai 1892.
Lefèvre-Pontalis, Antonin-Germain; à Paris.	—	9 mai 1892.
Brunner, Heinrich; à Berlin	—	8 mai 1893.
de Martens, Frédéric; à Saint-Pétersbourg	—	8 mai 1893.
Tylor, Edward-Burnett; à Oxford	—	8 mai 1893.
Lavisse, Ernest; à Paris.	—	8 mai 1893.
Fruin, Robert; à Leyde	—	7 mai 1894.
Naville, Jules-Ernest; à Genève.	—	7 mai 1894.
Vollgraff, John-C., ✠; à Bruxelles.	—	6 mai 1895.
Homolle, J.-Théoph.; à Athènes	—	6 mai 1895.
Lubbock, Sir John; à Londres.	—	6 mai 1895.
Paris, Gaston; à Paris	—	6 mai 1895.
Friedlaender, Louis; à Strasbourg	—	6 mai 1895.
Reinach, Théodore; à Paris	—	11 mai 1896.
Bryce, James; à Londres	—	11 mai 1896.
Lemaître, Jules; à Paris.	—	10 mai 1897.
N		
N		
N		
N		
N		

CLASSE DES BEAUX-ARTS

TARDIEU, Charles, directeur pour 1898.
MARCHAL, le chev. Edmond, secrétaire perpétuel.

30 MEMBRES.

Section de Peinture :

GUFFENS, Godefr.-E., ✠ *C.*; à Schaerbeek . . .	Élu le	6 janvier	1876.
WAUTERS, Ch.-Émile-M., ✠ *C.*; à Ixelles	—	5 janvier	1882.
CLAYS, Paul-Jean, ✠ *C.*; à Schaerbeek	—	1er mars	1883.
STALLAERT, Joseph-J.-F., ✠ *O.*; à Ixelles.	—	5 janvier	1888.
MARKELBACH, Alexandre-P.-J., ✠ *O.*; à Schaerbeek .	—	10 janvier	1889.
ROBIE, Jean, ✠ *C.*; à Saint-Gilles (Bruxelles) . .	—	8 janvier	1891.
HENNEBICQ, A., ✠ *O.*; à Saint-Gilles (Bruxelles) . .	—	7 janvier	1892.
CLUYSENAAR, Alfred, ✠ *O.*; à Saint-Gilles (Bruxelles).	—	10 janvier	1895.
DE LALAING, le comte Jacques, ✠ *O.*; à Bruxelles .	—	9 janvier	1896.

Section de Sculpture :

JAQUET, Joseph-Jean, ✠ *O.*; à Schaerbeek . . .	Élu le	11 janvier	1883.
DE GROOT, Guillaume, ✠ *O.*; à Bruxelles . . .	—	10 janvier	1884.
VINÇOTTE, Thomas-J., ✠ *C.*; à Schaerbeek . . .	—	12 mai	1886.
DE VIGNE, Paul, ✠ *O*; à Schaerbeek.	—	10 janvier	1895.

Section de Gravure :

DEMANNEZ, Joseph, ✠ *O.*; à St-Josse-ten-Noode . .	Élu le	11 janvier	1883.
BIOT, Gustave, ✠ *O.*; à Anvers	—	10 janvier	1884.

Section d'Architecture :

WINDERS, Jacques, ✠; à Anvers.	Élu le	9 janvier	1896.

JANLET, Émile, ✠ *O.*; à Ixelles . . . . . — 9 janvier 1896.
MAQUET, Henri, ✠ *O.*; à Bruxelles . . . . . — 9 janvier 1896.
VAN YSENDYCK, J.-J., ✠ *O.*; à Bruxelles. . . . . — 6 janvier 1898.

Section de Musique :

GEVAERT, Franç.-Auguste, ✠ *G. O.*; à Bruxelles . . Élu le 4 janvier 1872.
SAMUEL, Adolphe, ✠ *C.*; à Gand . . . . . — 8 janvier 1874.
RADOUX, Jean-Théodore, ✠ *O.*; à Liége . . . . — 3 avril 1879.
BENOIT, Pierre-Léonard-Léop., ✠ *C.*; à Anvers . . — 5 janvier 1882.
HUBERTI, Gustave, ✠; à Bruxelles . . . . . — 2 avril 1891.

Section des Sciences et des Lettres dans leurs rapports avec les Beaux-Arts :

FÉTIS, Édouard-F.-L., ✠ *C.*; à Bruxelles . . . . Élu le 8 janvier 1847.
HYMANS, Henri, ✠; à Bruxelles . . . . . — 8 janvier 1885.
MARCHAL, le chevalier Edmond-L.-J.-G., ✠; à Saint-Josse-ten-Noode . . . . . — 7 janvier 1886.
ROOSES, Maximilien, ✠; à Anvers . . . . . — 10 janvier 1889.
VAN EVEN, Édouard, ✠ *O.*; à Louvain . . . . . — 7 janvier 1892.
TARDIEU, Charles, ✠; à Ixelles. . . . . — 5 janvier 1893.

CORRESPONDANTS (10 au plus).

Peinture :

DE VRIENDT, Albert, ✠ *C.*; à Anvers. . . . . Élu le 5 janvier 1893.
HERMANS, Charles, ✠; à Bruxelles . . . . . — 9 janvier 1896.
BOURLARD, A.-J., ✠; à Mons . . . . . — 7 janvier 1897.

Sculpture :

PÉCHER, Jules, ✠; à Anvers . . . . . Élu le 9 janvier 1896.

Gravure :

MEUNIER, Jean-Baptiste, ✠ *O.*; à Ixelles . . . . Élu le 10 janvier 1884.

Architecture :

N . . . . . .

Musique :

Van den Eeden, Jean-Baptiste, ✠ *O.*; à Mons. . .	Élu le	2 avril	1891.
Mathieu, Emile, ✠ *O.*; à Louvain	—	7 janvier	1897.

Sciences et Lettres dans leurs rapports avec les Beaux-Arts :

Génard, P., ✠ *O.*; à Anvers	Élu le	5 janvier	1893.
van Duyse, Florimond, ✠; à Gand.	—	11 janvier	1894.

50 ASSOCIÉS.

Peinture.

Gérome, Jean-Léon, ✠; à Paris.	Élu le	12 janvier	1865.
Hébert, Aug.-Ant.-Ernest, ✠ *O.*; à Paris . . .	—	12 janvier	1871.
Becker, Charles, ✠ *O.*; à Berlin	—	8 janvier	1874.
Frith, William-Powell, ✠; à Londres	—	8 janvier	1874.
Willems, Florent, ✠ *C.*; à Paris	—	7 décem.	1882.
Menzel, Adolphe; à Berlin	—	6 janvier	1887.
Bouguereau, William-Adolphe, ✠; à Paris . . .	—	9 janvier	1890.
Alma Tadema, Laurent, ✠ *O.*; à Londres . . .	—	8 janvier	1891.
Lefebvre, Jules, ✠ *O.*; à Paris	—	8 janvier	1891.
Breton, Jules-Adolphe, ✠ *O.*; à Courrières (Pas-de-Calais)	—	7 janvier	1892.
Stevens, Alfred, ✠ *G O.*; à Paris	—	10 janvier	1895.
Burne-Jones, sir Edward; à Londres.	—	7 janvier	1897.

Sculpture :

Monteverde, Jules; à Rome	Élu le	8 janvier	1874.
Guillaume, Claude-J.-B.-Eugène; à Paris . . .	—	6 janvier	1876.
Thomas, Gabriel-Jules; à Paris.	—	11 janvier	1883.
Kundmann, Charles; à Vienne	—	11 janvier	1883.
Begas, Ch.-Th.-A.-Reinhold, ✠ *O.*; à Berlin . .	—	8 janvier	1885.
Dubois, Paul; à Paris	—	5 janvier	1893
Mercié, Antonin; à Paris.	—	5 janvier	1893.
Falguière, Alex.; à Paris	—	10 janvier	1895.

Gravure :

Stang, Rudolphe; à Amsterdam	Élu le	8 janvier	1874.

Chaplain, Jules-Clément; à Paris	Élu le	5 janvier 1888.
Raab, J.-L.; à Munich	—	10 janvier 1889.
Unger, William-Georg.-Bodo; à Vienne	—	5 janvier 1893.

Architecture :

Vespignani, le comte Virginio; à Rome	Élu le	12 janvier 1871.
Raschdorff, Jules-Charles; à Berlin	—	5 janvier 1882.
Waterhouse, Alfred; à Londres	—	7 janvier 1886.
Revoil, Henri-A., ✻; à Nimes	—	10 janvier 1889.
Vaudremer, Joseph-Auguste-Émile; à Paris	—	3 mars 1892.
Daumet, P.-J.-H ; à Paris	—	10 janvier 1895.
Garnier, J.-L.-Charles; à Paris	—	7 janvier 1897.
Aitchison, Georges; à Londres	—	7 janvier 1897.

Musique :

Verdi, Joseph; à Busseto (Italie)	Élu le	12 janvier 1865.
Saint-Saëns, Camille-Ch., ✻; à Paris	—	8 janvier 1885.
Bourgault-Ducoudray, Louis-Albert; à Paris	—	6 janvier 1887.
Wüllner, François; à Cologne	—	8 janvier 1891.
Massenet, Jules, ✻; à Paris	—	5 janvier 1893.
Reyer, L.-Et.-Ern.; à Paris	—	11 janvier 1894.
Cui, César; à Saint-Pétersbourg	—	9 janvier 1896.
d'Indy, Vincent; à Paris	—	7 janvier 1897.
Grieg, E.-H.; à Copenhague	—	6 janvier 1898.

Sciences et Lettres dans leurs rapports avec les Beaux-Arts :

Ravaisson-Mollien, J.-G.-Félix-Lacher; à Paris	Élu le	10 janvier 1856.
Delaborde, le comte Henri; à Paris	—	8 janvier 1874.
Sourindro Mohun Tagore, le radja, ✻ *C.*; à Calcutta	—	4 janvier 1877.
Bode, Guillaume; à Berlin	—	10 janvier 1889.
Ruskin, John; à Ambleside (Angleterre)	—	7 janvier 1892.
Müntz, L.-Fréd.-Eugène; à Paris	—	11 janvier 1894.
Riegel, Herm.-J., ✻; à Brunswick	—	11 janvier 1894.
Gonse, Louis; à Paris	—	11 janvier 1894.
Weale, W.-H.-James; à Londres	—	9 janvier 1896.

NÉCROLOGIE.

CLASSE DES SCIENCES.

Delbosuf (Joseph-R.-L.), membre, décédé à Bonn (Prusse rhénane), le 13 août 1896.

Donny (François-M.-L.), membre, décédé à Gand, le 26 octobre 1896.

Valérius (Huberi), membre, décédé à Gand, le 8 mai 1897.

Briart (Alphonse), membre, décédé à Morlanwelz, le 15 mars 1898.

Ramsay (André-Crombie), associé, décédé à Beaumaris (île d'Anglesey), le 9 décembre 1891.

Helmholtz (Hermann von), associé, décédé à Charlottenbourg, le 8 septembre 1894.

Pringsheim (Nathaniel), associé, décédé à Berlin, le 6 octobre 1894.

Saporta (Le marquis G. de), associé, décédé à Aix (France), le 26 janvier 1895.

Cayley (Arthur), associé, décédé à Cambridge (Angleterre), le 26 janvier 1895.

Dana (James-Dwight), associé, décédé à New-Haven (Connecticut), le 14 avril 1895.

Huxley (Thomas-Henri), associé, décédé à Eastbourne (Sussex), le 29 juin 1895.

Pasteur (Louis), associé, décédé à Villeneuve-l'Étang (Garches), le 28 sept. 1895.

Menabrea (le comte Louis-Frédéric), marquis de Val Dora, associé, décédé à Chambéry, le 25 mai 1896.

Daubrée (Gabriel-Auguste), associé, décédé à Paris, le 29 mai 1896.

Prestwich (Sir Joseph), associé, décédé à Darent-Hulme Shoreham (Sevenoaks), Londres, le 23 juin 1896.

Kekulé von Stradonitz (Frédéric-Auguste), associé, décédé à Bonn (Prusse rhénane), le 13 juillet 1896.

Fizeau (A.-H.-Louis), associé, décédé à Venteuil, près la Ferté-sous-Jouarre, le 18 septembre 1896.

du Bois-Reymond (Émile), associé, décédé à Berlin, le 26 décembre 1896.

Weierstrass (Charles), associé, décédé à Berlin, le 19 février 1897.

Sylvester (James-Joseph), associé, décédé à Mayfair (Grande-Bretagne), le 15 mars 1897

Cope (Éd.-Drinker), associé, décédé à Philadelphie, le 12 avril 1897.

Des Cloiseaux (A.-L.-O. Legrand), associé, décédé à Paris, le 7 mai 1897.

VON SACHS (Jules), associé, décédé à Wurtzbourg, le 29 mai 1897.

STEENSTRUP (J.-Japhet S.), associé, décédé à Copenhague, le 20 juin 1897.

BRIOSCHI (François), associé, décédé à Milan le 13 décembre 1897.

LEUCKART (Rudolphe), associé, décédé à Leipzig, le 6 février 1898.

CLASSE DES LETTRES.

FRÉDÉRIX (Gustave), membre, décédé à Bruxelles, le 25 août 1894.

DE MONGE, vicomte DE FRANEAU (Léon-Ch.), membre, décédé à Argenteau (Visé), le 31 octobre 1894.

FRÈRE-ORBAN (H.-J.-W.), membre, décédé à Bruxelles, le 2 janvier 1896.

HENNE (Alexandre), membre, décédé à Saint-Servais (Namur), le 10 janvier 1896.

LE ROY (M.-F.-Alphonse), membre, décédé à Liége, le 2 mars 1896.

WAGENER (Auguste), membre, décédé à Gand, le 15 mai 1896.

HENRARD (Paul-J.-J.), membre, décédé à Bruxelles, le 13 novembre 1896.

WILLEMS (Pierre), membre, décédé à Louvain, le 23 février 1898.

BRUNN (le chev. Heinrich von), associé décédé, à Munich, le 25 juillet 1894.

COLMEIRO (Manuel), associé, décédé à Madrid, le 11 août 1894.

DE ROSSI (Le chevalier J.-B.), associé, décédé à Castel Gandolfo (Rome), le 20 septembre 1894.

CANTÙ (César), associé, décédé à Milan, le 11 mars 1895.

BAUMGARTEN (H. von), associé, décédé à Strasbourg, le 19 juin 1895.

SYBEL (Henri-Ch.-L. von), associé, décédé à Marbourg, le 1er août 1895.

CURTIUS (Ernest), associé, décédé à Berlin, le 11 juillet 1896.

DEHAISNES (Chrétien), associé, décédé à Lille, le 2 mars 1897.

AUMALE (Henri-E.-Ph.-L. D'ORLÉANS, duc d'), associé, décédé à Zucco, Montelepre (Sicile), le 6 mai 1897.

VON ARNETH (le chev. A.), associé, décédé à Vienne, le 30 juillet 1897.

CANOVAS DEL CASTILLO (A.), associé, décédé à Santa-Agueda (Espagne), le 8 août 1897.

VON HOEFLER (le chev. Constant), associé, décédé à Prague, le 31 décembre 1897.

CLASSE DES BEAUX-ARTS.

SCHADDE (Joseph), membre, décédé à Anvers, le 3 décembre 1894.

PORTAELS (Jean-François), membre, décédé à Bruxelles, le 8 février 1895.

PAULI (Ad.-Ed.-Th.), membre, décédé à Cologne, le 18 mars 1895.

Balat (Alphonse-F.-H.), membre, décédé à Ixelles, le 16 septembre 1895.

Laureys (Félix), membre, décédé à Bruxelles, le 13 février 1897.

Busschop (Jules-A.-G.), correspondant, décédé à Bruges, le 10 février 1896.

de Leins (Chr.-Fréd.), associé, décédé à Stuttgart, le 25 août 1892.

Rubinstein (Antoine-Grég.), associé, décédé à Peterhoff (Saint-Pétersbourg), le 20 novembre 1894.

Leighton (lord Frédéric), associé, décédé à Londres, le 25 janvier 1895.

Milanesi (Gaëtan), associé, décédé à Florence, le 11 mars 1895.

Contreras (Mariano-Medina), associé, décédé à Grenade, le 4 février 1896.

Thomas (Ch.-L.-Ambroise), associé, décédé à Paris, le 12 février 1896.

Brahms (Johannes), associé, décédé à Vienne, le 3 avril 1897.

TABLE

DES

MÉMOIRES CONTENUS DANS LE TOME LIII

CLASSE DES SCIENCES

1. — Sur l'emploi du calcul des probabilités en pétrographie (55 pages et 21 figures) par G. Cesàro.

2. — Magnétisme terrestre — La déclinaison d'une boussole, libre et à l'état statique, est elle indépendante de son moment magnétique? — Observations de déclinomètres à moments différents (40 pages, 1 figure et 2 planches); par Charles Lagrange.

3. — Des polyèdres superposables à leur image (40 pages et 9 figures); par G. Cesàro.

4. — Description des minéraux phosphatés, sulfatés et carbonatés du sol belge (136 pages et 54 figures); par G. Cesàro.

5. — Sur quelques propriétés des polyèdres non centrés superposables à leur image (15 pages et 8 figures); par G. Cesàro.

6. — Théorie du mouvement de rotation de l'écorce solide du globe. — Fondements de l'astronomie sphérique du XX^e^ siècle (39 pages); par F. Folie.

CLASSE DES LETTRES

7. — De Secten der Geeselaers en der Dansers in de Nederlanden tijdens de 14^de^ eeuw (IV-62 pages et 1 planche coloriée); par Paul Fredericq.

8. — Le monument chrétien de Si-ngan-fou, son texte et sa signification (125 pages, 10 figures et 2 planches); par T.-J. Lamy et A. Gueluy.

SUR L'EMPLOI

DU

CALCUL DES PROBABILITÉS

EN PÉTROGRAPHIE

PAR

Giuseppe
G. CESÀRO

CORRESPONDANT DE L'ACADÉMIE, PROFESSEUR DE CRISTALLOGRAPHIE ET DE MINÉRALOGIE
A L'UNIVERSITÉ DE LIÉGE

Présenté à la Classe des sciences dans la séance du 13 octobre 1894.)

SUR L'EMPLOI

DU

CALCUL DES PROBABILITES

EN PÉTROGRAHPIE

Les cristaux des minéraux qui composent les roches y sont disposés, en général, sans aucune loi d'orientation, de manière qu'une lame mince d'étendue indéfinie ou, pratiquement, très grande par rapport aux dimensions de ces éléments microscopiques, découpera dans une roche les cristaux d'un même minéral suivant toutes les directions possibles.

Il paraîtrait, à première vue, que la variation des propriétés optiques sera si grande dans ces plages disposées au hasard et sur l'orientation desquelles on n'a aucune indication, que l'on ne pourra rien déduire de l'examen des plages qui ne se trouvent pas dans certaines positions particulières (*).

Cependant, on comprend que si le calcul montre qu'une certaine propriété, sans être possédée par toutes les sections possibles d'un minéral, est commune à un grand nombre de ces sections, cette propriété pourra être

(*) En cherchant parmi les plages, on arrivera à obtenir des sections *approximativement* perpendiculaires à un axe optique ou à une bissectrice, sections qui donneront des indications très importantes, en lumière convergente. Pour l'orthose, si l'épaisseur est de 5 centièmes de millimètre, en lumière parallèle on reconnaîtra les plages approximativement normales à un axe optique à ce qu'elles sont presque noires; les plages normales à la bissectrice aiguë, à ce qu'elles sont gris-bleu; enfin les plages normales à la bissectrice obtuse se reconnaissent par leur teinte gris clair voisine du blanc. Les plages exactement normales à un axe ou à une bissectrice ont évidemment une probabilité nulle d'apparition; mais le calcul montre qu'il y aura, pour un champ de 120°, 35 % de plages montrant le pôle d'un axe et 18 % contenant le pôle d'une bissectrice.

employée à caractériser le minéral, avec d'autant plus de vérité que la probabilité de son apparition est plus grande. Il y a plus encore : si le nombre de plages était suffisamment grand, non seulement l'apparition fréquente de la propriété caractériserait le minéral, mais le nombre observé qui mesure cette fréquence serait une caractéristique du minéral.

Ainsi, nous verrons plus loin que sur 100 lames de péridot d'une épaisseur 4 (*), si le champ du microscope est de 120°, il y en a 70 qui présenteront en lumière jaune, convergente, la ligne obscure de retard λ; dans les conditions indiquées ci-dessus, le nombre 70 serait une caractéristique du péridot. Le changement de la couleur de la lumière employée à l'éclairement du microscope peut produire de grandes variations dans les résultats obtenus; mais ces variations mêmes peuvent servir de caractéristiques. Ainsi, si l'on considère des lames de quartz d'épaisseur 4, le champ étant de 120°, on trouve qu'en lumière *jaune* ou *rouge* aucune lame ne présentera la ligne obscure de retard λ, tandis qu'en lumière *violette*, la probabilité d'apparition de cette ligne est de 86 %.

Deux applications, en lumière parallèle, ont été faites jusqu'ici.

1° *Mesure des angles d'extinction.* — L'angle d'extinction, compté à partir de l'axe de zone, varie notablement d'une face à l'autre de cette zone; mais si le calcul prouve la fréquence de certaines sections donnant des résultats situés au-dessus d'une certaine limite, la mesure de l'angle d'extinction peut servir à caractériser un minéral.

Ainsi, dans la zone h^1g^1, l'angle d'extinction varie de 0° à 15° dans l'amphibole, de 0° à 39° dans le pyroxène; mais si l'on calcule la probabilité pour qu'une section de pyroxène donne un angle compris entre 0° et 15°, on trouve 0,13636; de sorte qu'il y aura plus de 86 % de plages qui

(*) L'épaisseur des lames minces étant exprimée en *centièmes de millimètre*, et la biréfringence en *millièmes*, nous croyons plus commode d'exprimer le retard, qui est le produit de ces deux quantités, en *cent-millièmes de millimètre*, contrairement à l'usage généralement adopté. Ainsi une lame de quartz parallèle d'épaisseur 7,5, la biréfringence étant de 9, donnera un retard de 67,5 *cent-millièmes de millimètre* et se colorera par conséquent en bleu du deuxième ordre.

donneront un angle supérieur à 15°; si donc l'on a affaire à du pyroxène, on trouvera certainement beaucoup de plages à angle d'extinction supérieur à 15°.

C'est ce principe qui a été si heureusement appliqué par MM. Fouqué et Michel Lévy pour la détermination des minéraux des roches.

2° *Détermination de l'angle des axes optiques des microlites, en lumière parallèle.* — Une tentative a été faite par M. Wallerant (*Bull. Soc. française de Minéralogie,* t. XI, p. 98) pour déterminer l'angle des axes optiques d'un minéral dont les plages sont très nombreuses dans une préparation. Voici le principe de la méthode : Si R est le retard le plus haut parmi ceux présentés par les différentes plages, M. Wallerant dit que le retard le plus fréquent est $R \cos^2 V$ (V étant le demi-angle des axes optiques); de sorte qu'*en divisant le retard le plus fréquemment observé par le retard le plus haut, on obtient le cosinus carré du demi-angle des axes optiques.* Nous discuterons, à la fin de cet article, le degré d'exactitude de cette méthode.

Le but du présent mémoire est de montrer comment on peut calculer la probabilité pour qu'une propriété soit présentée par un minéral taillé d'une façon quelconque. Le problème général peut s'énoncer ainsi : « *On taille dans un cristal une lame d'épaisseur* e *suivant une direction quelconque; quelle est la probabilité pour que cette lame jouisse d'une propriété donnée ?* »

Voici comment on parvient très simplement à résoudre le problème :

Si, sur une sphère de rayon quelconque, on marque les pôles des sections jouissant de la propriété donnée, ces pôles occuperont sur la sphère une surface *s* limitée par certaines courbes. Tout point situé sur la sphère à l'intérieur de ces courbes correspondra à une lame jouissant de la propriété; tout point situé sur la sphère en dehors de ces courbes représentera une lame ne jouissant pas de la propriété donnée; de sorte que si S est la surface de la sphère, le rapport entre le nombre de sections répondant à la question et le nombre total (*) des sections, c'est-à-dire la probabilité demandée, sera $P = \frac{s}{S}$.

(*) Ces deux nombres sont des *infiniment grands* du même ordre.

Apparences optiques.

Il y a à considérer :

a) En lumière parallèle, la teinte de polarisation, le polychroïsme, l'angle d'extinction.

b) En lumière convergente, la présence ou l'absence du pôle d'un axe optique ou des pôles des deux axes, la présence ou l'absence de lignes obscures d'égal retard et le nombre de ces lignes.

Les recherches sur l'apparence optique en lumière parallèle n'offrent pas de difficulté, si ce n'est que les intégrales auxquelles on parvient ne peuvent être obtenues que par approximation. Nous en montrerons, à la fin de cet article, une application dans la discussion de la méthode de M. Wallerant pour la recherche de l'angle des axes optiques dans les microlites. Dans ce mémoire, nous nous occupons spécialement de la recherche des apparences optiques probables, en lumière convergente. Il y a deux problèmes : l'un relatif à la probabilité de la présence des pôles des axes optiques, l'autre à celle de la présence d'une ou de plusieurs lignes d'égal retard. Nous n'avons donné une solution générale du second problème que pour les uniaxes; même pour ceux-ci, la discussion de la variation de la probabilité avec l'épaisseur est très compliquée et pourrait l'être encore plus si les indices des minéraux n'étaient pas toujours supérieurs à 1,4. Pour les biaxes, on arrive à des intégrales qui nous ont empêché jusqu'à présent de traiter le problème en général; mais nous avons montré la marche qu'il faudra suivre pour étudier chaque minéral, en traitant d'une façon complète un cas particulier : celui du péridot sous l'épaisseur 4.

Outre le but que l'on se proposait, on arrive dans ces problèmes à un autre résultat très important : on détermine toutes les *apparences optiques possibles* d'un minéral, sous une épaisseur donnée, et leur probabilité d'apparition; ainsi, dans le péridot, sous l'épaisseur 4, on trouve 8 apparences optiques possibles, avec des probabilités d'apparition variant depuis 1 jusqu'à 39 %.

On comprend de quelle utilité seraient pour les pétrographes des tables dans lesquelles les différentes apparences optiques possibles de chaque minéral se trouveraient inscrites avec leur degré de probabilité, pour les différentes épaisseurs que l'on donne habituellement aux lames minces.

PROBLÈME I.

Chercher la probabilité pour qu'une lame présente, en lumière convergente, le pôle d'un axe optique dans le champ du microscope.

Si α est l'angle que la normale à la lame fait avec un axe optique, le rayon qui a traversé la lame suivant cet axe, fait avec la normale, à l'émergence, un angle β donné par

$$\sin\beta = n\sin\alpha,$$

n étant l'indice moyen. Pour que ce rayon soit recueilli par le collecteur, il faut que β soit plus petit que le demi-champ γ du microscope; de sorte que toutes les lames pour lesquelles $n\sin\alpha \leq \sin\gamma$ montreront le pôle d'un axe. En posant : $\frac{\sin\gamma}{n} = \sin\varphi$, la relation ci-dessus peut s'écrire

$$\alpha \leq \varphi. \qquad (1)$$

Supposons que l'on ait taillé le cristal suivant toutes les directions possibles; la probabilité demandée est le rapport entre le nombre de lames satisfaisant à la relation (1) et le nombre total des lames. Calculons ce rapport :

a) Soient A, A′ (fig. 1) (*) les pôles des axes optiques, z celui de la bissectrice aiguë; décrivons des extrémités des axes comme pôles, et avec φ comme intervalle, des parallèles; supposons d'abord que ces parallèles ne se coupent pas. Tout point situé sur la sphère, à l'intérieur de ces parallèles, sera le pôle d'une lame montrant l'axe optique, et il n'y a que ces points qui jouissent de cette propriété; de sorte que la probabilité demandée est le rapport entre la somme des surfaces des deux zones ainsi déterminées et la surface de la demi-sphère :

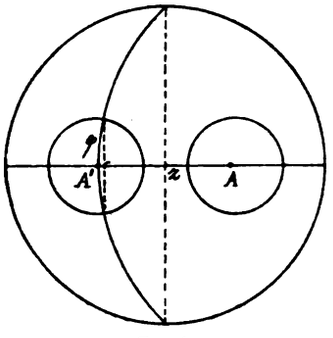


Fig. 1.

$$P = 2(1-\cos\varphi) = 4\sin^2\frac{\varphi}{2}. \qquad (2)$$

(*) La figure est une projection stéréographique sur un plan perpendiculaire à la bissectrice aiguë.

b) Dans le calcul précédent, nous avons supposé que les axes optiques étaient assez écartés pour que les deux zones, lieux des pôles demandés, ne se coupent pas, c'est-à-dire que $\varphi \leq V$. Si le contraire a lieu, c'est-à-dire si $\varphi > V$ (fig. 2), la surface BCB'D aura été comptée deux fois dans l'estimation précédente; de sorte qu'en désignant par σ la surface BCD, il faudra soustraire de la probabilité obtenue ci-dessus, le nombre $\frac{\sigma}{\pi}$. Or (voir Note I) :

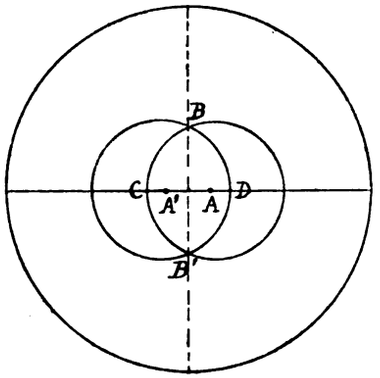


FIG. 2.

$$\sigma = 2\left(\arccos\frac{\sin V}{\sin\varphi} - \cos\varphi \,.\, \arccos\frac{\operatorname{tg} V}{\operatorname{tg}\varphi}\right);$$

donc :

$$P = 4\sin^2\frac{\varphi}{2} - \frac{2}{\pi}\left(\arccos\frac{\sin V}{\sin\varphi} - \cos\varphi \,.\, \arccos\frac{\operatorname{tg} V}{\operatorname{tg}\varphi}\right) (*). \qquad (3)$$

Application à quelques minéraux.

1° *Uniaxes.* Dans les cristaux uniaxes la formule devient

$$P = 2\sin^2\frac{\varphi}{2}.$$

	n	2γ (**)	φ	P	Nombre de lames sur 100 montrant l'axe.
Quartz	1,544	120°	34° 7′ 4″	0,17211	17
		130°	35° 56′ 37″	0,190405	19
Idocrase	1,722	120°	30° 11′ 36″	0,13567	14
		130°	31° 45′ 24″	0,14971	15
Rutile	2,616	120°	19° 19′ 57″	0,05639	6
		130°	20° 16′ 13″	0,06193	6

On voit facilement que la probabilité diminue et tend vers zéro lorsque l'indice augmente indéfiniment; dans les minéraux, elle varie peu, comme

(*) Il n'est pas possible que les deux parallèles se rencontrent aussi du côté de la bissectrice obtuse; il faudrait pour cela que l'on eût : $\varphi > 90° - V$, ou $n < \frac{\sin\gamma}{\cos V}$ et, *a fortiori*, comme $V < 45°$, $n < \sin\gamma\sqrt{2}$. Même pour un champ de 180°, il faudrait avoir $n < 1{,}414$; or, le plus petit indice connu, celui de la tridymite, est 1,428.

(**) Le champ des microscopes ordinaires est compris entre 120° et 130°.

le montre le tableau précédent, duquel on peut retenir qu'une fréquence atteignant 18 °/₀ de lames montrant le pôle de l'axe, indique un corps à faible indice.

2° *Biaxes.* On employera la formule (2) ou la formule (3) suivant que l'on a $\varphi < V$ ou $\varphi > V$. Dans le dernier cas, tous les pôles situés sur la surface BCB'D correspondent à des faces qui montreront simultanément les pôles des deux axes optiques; *l'apparition simultanée des deux pôles a donc pour probabilité* $\frac{\sigma}{\pi}$, ou

$$P = \frac{2}{\pi}\left(\arccos\frac{\sin V}{\sin\varphi} - \cos\varphi \cdot \arccos\frac{\operatorname{tg} V}{\operatorname{tg}\varphi}\right).$$

Orthose. $n = 1{,}523$, $2V = 70°$.

Si $2\gamma = 120°$, on obtient $\varphi = 34° 39' 17''$; par conséquent $\varphi < V$ et $P = 0{,}354815$; il y aura donc 35 °/₀ de lames montrant le pôle d'un axe et aucune lame ne montrera simultanément les deux axes. Si le champ est de 130°, on trouve $\varphi = 36° 31' 6''$; par conséquent $\varphi > V$ et $P = 0{,}390471$. La probabilité de l'apparition simultanée des deux axes est $P_1 = 0{,}0021969$, c'est-à-dire que, sur 1000 lames, 388 présenteront le pôle d'un seul axe, et 2 montreront les deux axes simultanément.

Péridot. $n = 1{,}678$, $2V = 87°$.

$2\gamma = 120°$, $\varphi = 31° 4' 17''$, $\varphi < V$, $P = 0{,}28695$, ou 29 °/₀;
$2\gamma = 130°$, $\varphi = 32° 41' 28''$, $\varphi < V$, $P = 0{,}31681$, ou 32 °/₀.

Aragonite. $n = 1{,}681$, $2V = 18°$.

$2\gamma = 120°$, $\varphi = 31° 0' 35''$, $\varphi > V$, $P = 0{,}193834$ et $P_1 = 0{,}0920006$,

c'est-à-dire que sur 100 lames il y en aura 10 ne montrant qu'un pôle et 9 montrant les deux axes optiques.

PROBLÈME II.

On taille un cristal uniaxe suivant un plan quelconque; chercher la probabilité pour que cette lame montre, en lumière convergente, une ligne de retard donné R, *dans le champ du microscope.*

Soit e l'épaisseur de la lame, n_c, n_a ses indices extrêmes, ON (fig. 3) la normale à la lame, OI une direction suivant laquelle les rayons lumineux acquièrent un retard R, en traversant la lame, direction faisant respectivement des angles α et θ avec ON et avec l'axe optique Oz. La longueur traversée dans la lame suivant OI sera $\frac{e}{\cos\alpha}$, de sorte que

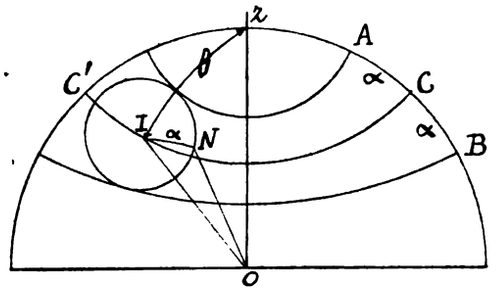


FIG. 3.

$$R = \frac{e}{\cos\alpha}\left(n_c - n_a\right)\sin^2\theta,$$

ou, en posant $\frac{e(n_c - n_a)}{R} = k$,

$$\cos\alpha = k\sin^2\theta. \qquad (4)$$

Tout ensemble de valeurs de θ et α vérifiant l'équation (4) nous donnera une suite de pôles répondant à la question, si toutefois le rayon qui a traversé la lame suivant OI est recueilli par le collecteur, c'est-à-dire si $\alpha \leqq \varphi$, en désignant par φ, comme précédemment, l'angle déterminé par $\sin\varphi = \frac{\sin\gamma}{n}$; donc

$$\sin\theta \geqq \sqrt{\frac{\cos\varphi}{k}};$$

en outre, pour que la valeur de α soit réelle, il faut que $\sin\theta \leqq \sqrt{\frac{1}{k}}$; de sorte que les valeurs à assigner à θ doivent satisfaire à la relation

$$\sqrt{\frac{\cos\varphi}{k}} \leqq \sin\theta \leqq \sqrt{\frac{1}{k}}. \qquad (5)$$

Soit (θ, α) une solution de l'équation (4) satisfaisant à (5); décrivons le parallèle CC' d'intervalle θ; puis d'un point I quelconque, pris sur ce parallèle, comme pôle, décrivons un petit cercle d'intervalle α; tout point de la circonférence de ce cercle est le pôle d'une lame montrant le retard R dans le champ; en répétant la même construction pour un autre point de la circonférence CC', on voit que la solution (θ, α) nous donnera comme pôles

tous les points de la zone AB, zone ayant pour bases des cercles d'intervalles $\theta - \alpha$ et $\theta + \alpha$.

En donnant à θ une autre valeur satisfaisant à (5), puis tirant de (4) la valeur correspondante de α, on obtiendra comme ci-dessus une nouvelle zone de pôles, et ainsi de suite. Si parmi les zones ainsi obtenues nous choisissons la plus haute et la plus basse, le lieu des pôles demandés sera la surface de la sphère comprise entre la base supérieure de la première et la base inférieure de la seconde. En désignant par s cette surface, la probabilité demandée sera

$$p = \frac{s}{2\pi}.$$

Si la base inférieure du lieu des pôles descendait en dessous de l'équateur, il faudrait prendre pour s la plus grande des surfaces comprises entre l'équateur et les deux bases extrêmes, la plus petite étant englobée dans la symétrique de l'autre par rapport à l'équateur.

Il s'agit à présent de déterminer les valeurs de θ, auxquelles correspondent les bases extrêmes. Lorsque θ diminue, α augmente et, par conséquent, $\theta - \alpha$ diminue, c'est-à-dire que le point A monte en même temps que le point C; par conséquent, la plus haute position du point A correspondra à la plus petite valeur de θ, c'est-à-dire à

$$\sin\theta = \sqrt{\frac{\cos\varphi}{k}}, \quad \alpha = \varphi,$$

si toutefois $\alpha \leq \theta$. Au contraire, comme il n'est pas possible de dire *a priori* si $\theta + \alpha$ augmente ou diminue avec θ, pour déterminer la base inférieure, il faudra chercher quelle est parmi les valeurs de θ, satisfaisant à la relation (5), celle qui donne la plus grande valeur pour $\theta + \arccos(k \sin^2\theta)$.

Discussion de la fonction $y = \theta + \arccos(k \sin^2\theta)$.

Les deux premières dérivées sont

$$y' = 1 - \frac{k \sin 2\theta}{\sqrt{1 - k^2 \sin^4\theta}},$$

$$y'' = -2k \frac{k^2 \sin^4\theta - 2\sin^2\theta + 1}{(1 - k^2 \sin^4\theta)^{\frac{3}{2}}}.$$

La première s'annule pour

$$\sin^2\theta_M = \frac{2k - \sqrt{4k^2 - 3}}{3k} \quad \text{et} \quad \sin^2\theta_m = \frac{2k + \sqrt{4k^2 - 3}}{3k},$$

valeurs qui correspondent respectivement à un *maximum* et un *minimum* de y. La dérivée seconde s'annule pour

$$\sin^2\theta_i = \frac{1 - \sqrt{1 - k^2}}{k^2} \text{ (*)}, \quad \text{ou} \quad \cot\theta_i = \sqrt{1 - k^2},$$

valeur qui correspond à un point d'inflexion. Pour que le *maximum* et le *minimum* existent, il faut que $k > \frac{\sqrt{3}}{2}$; pour que le point d'inflexion existe, il faut que $k < 1$; on est donc amené à faire les hypothèses suivantes :

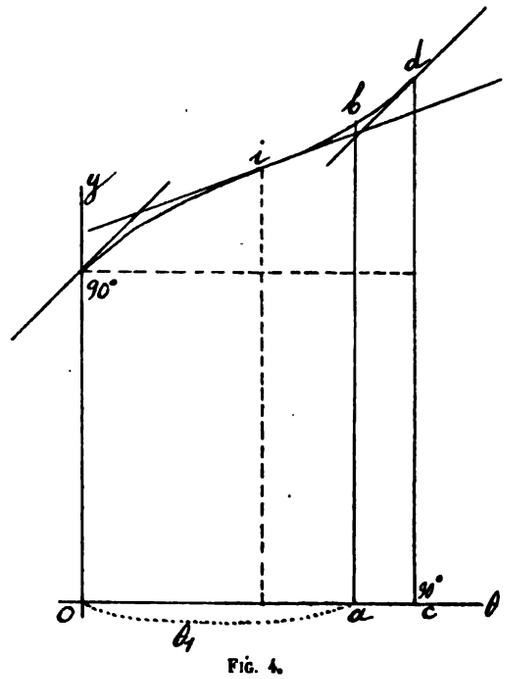


FIG. 4.

a) $k < \frac{\sqrt{3}}{2}$ (fig. 4). Il n'y a ni *maximum*, ni *minimum*, mais le point d'inflexion existe; θ_i, qui augmente avec k, est plus petit que 54° 44′ 8″. Lorsque θ augmente de 0° à 90°, y augmente de 90° à 90° + arcos k, la dernière ordonnée étant plus grande que 120°. Aux points extrêmes, la tangente est inclinée à 45° sur l'axe des θ; au point d'inflexion, la tangente fait un angle aigu avec le même axe.

(*) La valeur $\sin^2\theta = \frac{1 + \sqrt{1 - k^2}}{k^2}$ est imaginaire, si k est différent de l'unité; car, si $k < 1$, $\frac{1 + \sqrt{1 - k^2}}{k^2} > 1$.

b) $k = \frac{\sqrt{3}}{2} = 0{,}866025$ (fig. 5). Le *maximum*, le *minimum* et le point d'inflexion se confondent en un seul point, ayant pour coordonnées 54° 44′ 8″ et 109° 28′ 16″. L'ordonnée varie de 90° à 120°.

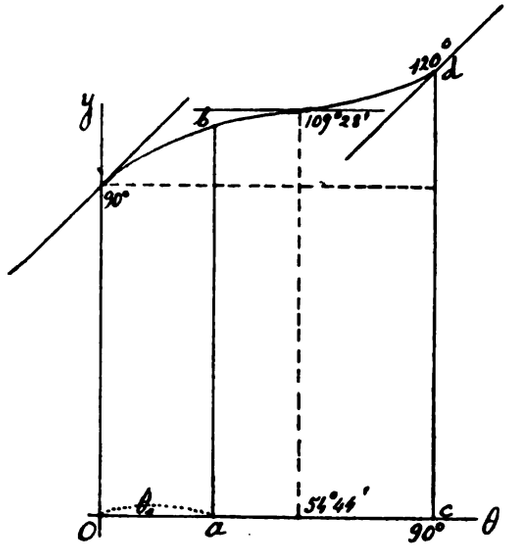


Fig. 5.

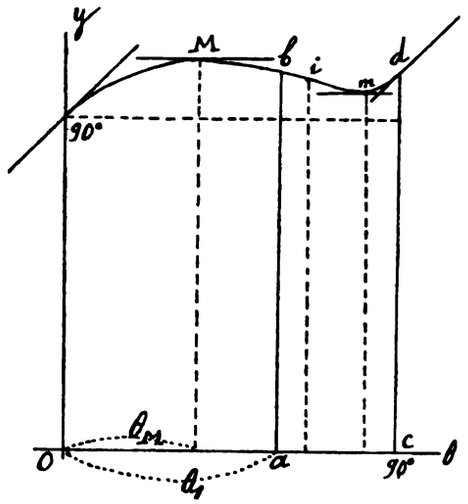


Fig. 6.

c) $\frac{\sqrt{3}}{2} < k < 1$ (fig. 6). Le *maximum*, le *minimum* et le point d'inflexion existent. L'ordonnée de ce dernier point est plus grande que 54° 44′ 8″ et la tangente en ce point fait un angle obtus avec l'axe des θ.

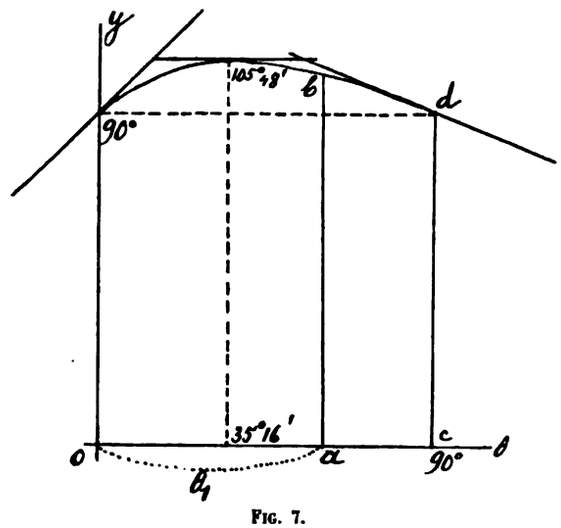


Fig. 7.

d) $k = 1$ (fig. 7). Le *minimum* n'existe plus; le *maximum*, correspondant à $\theta = 35° 15′ 52″$, est $3\theta = 105° 47′ 35″$; le point d'inflexion est donné par $\theta = 90°$, $y = 90°$ et la tangente y est inclinée sur l'axe des θ sous un angle de 157° 30′.

c) $k > 1$ (fig. 8). θ ne peut plus varier que de 0° à $\arcsin\sqrt{\frac{1}{k}}$; il n'existe ni *minimum*, ni point d'inflexion; lorsque θ augmente, y augmente d'abord jusqu'à un *maximum*, puis, en diminuant, repasse par 90°, lorsque $\theta = \arcsin\frac{1}{k}$; au point extrême, il atteint la valeur $\arcsin\sqrt{\frac{1}{k}}$; en ce dernier point, la tangente est normale à l'axe des θ.

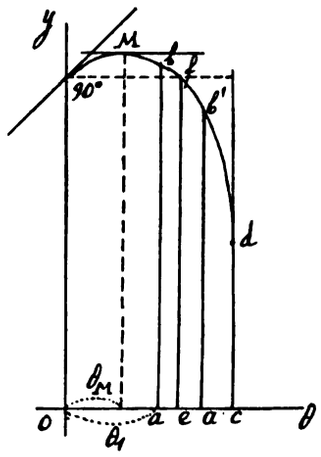


FIG. 8.

A l'aide de ces courbes, on pourra, k étant donné, chercher la plus grande ordonnée dans la région comprise entre les limites (5); cette ordonnée donnera la base inférieure du lieu des pôles, et le problème se trouve résolu.

Variation de la probabilité avec k.

1° Si $k < \cos\varphi$, la relation (5) n'est vérifiée par ancune valeur et il n'existe pas de lames répondant à la question;

2° Si $k = \cos\varphi$, l'ensemble des relations (4) et (5) n'admet que la solution $\theta = 90°$, $\alpha = \varphi$; on obtient une zone de hauteur $\sin\varphi$, ayant pour base l'équateur, et la probabilité sera $P = \sin\varphi$;

3° Si $\cos\varphi < k \leq 1$, posons $\sin\theta_1 = \sqrt{\frac{\cos\varphi}{k}}$; de sorte que les limites de θ sont données par $\theta_1 < \theta < 90°$. On se trouve dans l'un des cas a), b), c), d); mais il est facile de voir que dans tous ces cas: 1° la base supérieure n'atteint pas le pôle de l'axe optique; 2° la base inférieure, située sous l'équateur, est plus rapprochée de celui-ci que la base supérieure.

En effet, la base supérieure correspond à $\theta = \theta_1$, $\alpha = \varphi$; or, il est facile de s'assurer (fig. 9) que $\theta_1 > \varphi$; cela revient, en effet, à $k < \frac{\cos\varphi}{\sin^2\varphi}$, et, dans les minéraux, $\frac{\cos\varphi}{\sin^2\varphi} > 1$ (*). Il s'ensuit que la base supérieure AA' aura pour intervalle $\theta_1 - \varphi$.

(*) Cette inégalité revient à $\cos\varphi > \frac{\sqrt{5}-1}{2}$, ou à $n^2 > \frac{2}{\sqrt{5}-1}\sin^2\gamma$; en supposant même que le champ soit de 180°, on obtient $n > 1{,}272$, ce qui est vérifié dans tous les minéraux.

Quant à la base inférieure DD', qui est nécessairement sous l'équateur (*), elle correspond à la plus grande valeur possible de $\theta + \alpha$. Portons $Oa = \theta_1$ (fig. 4, 5, etc.), toutes les valeurs possibles de $\theta + \alpha$ seront, d'après les limites de θ indiquées ci-dessus, les ordonnées comprises depuis *ab* jusqu'à *cd*. Si l'on se trouve dans le cas de la figure 4 ou dans celui de la figure 5, on voit que l'ordonnée la plus grande sera *cd* et correspondra par conséquent à $\theta = 90°$. Si l'on se trouve dans le cas de la figure 6, je dis d'abord que l'ordonnée *ab* se trouve au delà du maximum, c'est-à-dire que $\theta_1 > \theta_M$; en effet, cette inégalité revient à

$$\cos\varphi > \frac{1}{2k + \sqrt{4k^2 - 3}}; \qquad (6)$$

le carré du second membre, à cause de $k > \frac{\sqrt{3}}{2}$, est inférieur à $\frac{1}{3}$, or, même pour un champ de 180°, la plus petite valeur de $\cos^2\varphi$, dans les minéraux, est 0,58052 (**). Il suit de là que la plus grande valeur de $\theta + \alpha$ doit être *ab* ou *cd*.

Enfin, dans le cas de la figure 7, à cause de ce qui vient d'être dit, *ab* se trouve au delà du *maximum* et représente la plus grande valeur de $\theta + \alpha$.

Il résulte de cette discussion que, lorsque $\cos\varphi < k \leq 1$, la plus grande valeur de $\theta + \alpha$ correspondra soit à $\theta = 90°$, soit à $\theta = \theta_1$.

La zone située au-dessus de l'équateur correspond à un arc $\alpha = 90° - \theta_1 + \varphi$, l'inférieure à $\beta = \arccos k$, si $\theta = 90°$, et à $\delta = \varphi + \theta_1 - 90°$, si $\theta = \theta_1$ (fig. 9); or, de $k > \cos\varphi$, on déduit aisément $\beta < \alpha$ et il est évident que $\delta > \alpha$.

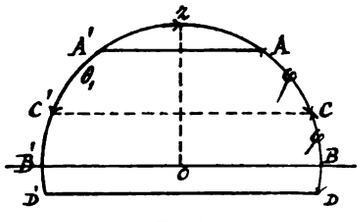


FIG. 9.

Donc, lorsque $\cos\varphi < k \leq 1$, la zone des pôles a pour base inférieure (fig. 9) l'équa-

(*) L'inspection des figures 4, 5, 6, 7 et 8 montre que $\theta + \alpha$ ne peut devenir inférieur à 90° que si $k > 1$.

(**) La plus petite valeur de $\cos\varphi$ correspond à la plus petite valeur de n, qui est $n = 1{,}544$ (quartz).

teur BB′ et pour base supérieure le cercle AA′ d'intervalle $\theta_1 - \varphi$; la probabilité sera donc donnée par la formule

$$P = \cos(\theta_1 - \varphi),$$

dans laquelle

$$\sin\theta_1 = \sqrt{\frac{\cos\varphi}{k}}.$$

Lorsque k augmente de $\cos\varphi$ à 1, P augmente aussi, et l'on obtient la branche de courbe A′D′ (fig. 12).

4° Si $k > 1$, on a

$$\sqrt{\frac{\cos\varphi}{k}} \leqq \sin\theta \leqq \sqrt{\frac{1}{k}}.$$

En posant, comme ci-dessus, $\sin\theta_1 = \sqrt{\frac{\cos\varphi}{k}}$, le point A (fig. 9) n'atteindra pas z, tant que $\theta_1 > \varphi$, ou $k < \frac{\cos\varphi}{\sin^2\varphi}$; comme nous avons vu plus haut que cette dernière quantité, dans les minéraux, est plus grande que l'unité, ce cas se scinde en deux :

α) $1 < k < \frac{\cos\varphi}{\sin^2\varphi}$. Le point A est en dessous de z (fig. 9), et la base supérieure AA′ correspondra comme précédemment à $\sin\theta_1 = \sqrt{\frac{\cos\varphi}{k}}$, $\alpha = \varphi$. Quant à la base inférieure, l'ordonnée *ab* (fig. 8) sera encore à droite du maximum, car l'inégalité (6) est vérifiée *a fortiori;* seulement elle peut se trouver soit à gauche, soit à droite de *ef*, suivant que $\theta_1 \lesseqgtr \arcsin\frac{1}{k}$, c'est-à-dire suivant que $1 < k < \frac{1}{\cos\varphi}$ ou $\frac{1}{\cos\varphi} < k < \frac{\cos\varphi}{\sin^2\varphi}$ (*).

α_1) $1 < k < \frac{1}{\cos\varphi}$. La plus grande ordonnée *ab* est plus grande que 90°; on ferait voir comme ci-dessus que la zone située sous l'équateur est plus petite que la supérieure, de façon que le lieu des pôles est disposé comme précédemment et la probabilité est donnée par la même formule

$$P = \cos(\theta_1 - \varphi).$$

En faisant varier k de 1 à $\frac{1}{\cos\varphi}$, on obtient (fig. 12) l'arc de courbe D′B′, continuation du précédent.

(*) Dans les minéraux, $\varphi < 45°$ et, par conséquent, $\frac{1}{\cos\varphi} < \frac{\cos\varphi}{\sin^2\varphi}$.

α_2) $\frac{1}{\cos\varphi} < k < \frac{\cos\varphi}{\sin^2\varphi}$. Au moment où $k = \frac{1}{\cos\varphi}$, ab vient en ef; la base inférieure coïncide avec l'équateur et la probabilité devient $P = \sin 2\varphi$. Mais, à partir du moment où k devient plus grand que $\frac{1}{\cos\varphi}$, l'ordonnée ab (fig. 8) passe en $a'b'$; la valeur de $\theta + \alpha$ correspondant à la base inférieure devient plus petite que 90°; d'ailleurs les deux bases correspondent à $\sin\theta_1 = \sqrt{\frac{\cos\varphi}{k}}$, $\alpha = \varphi$ (fig. 10) et l'expression de la probabilité devient :

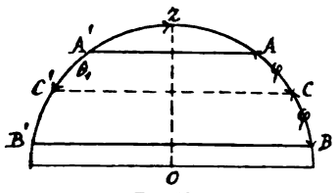


FIG 10.

$$P = \cos(\theta_1 - \varphi) - \cos(\theta_1 + \varphi) = 2\sin\theta_1 \sin\varphi = 2\sin\varphi\sqrt{\frac{\cos\varphi}{k}}.$$

De $k = \cos\varphi$ à $k = \frac{1}{\cos\varphi}$ la probabilité a été toujours en augmentant; mais, dès que k surpasse $\frac{1}{\cos\varphi}$, P va en diminuant, de sorte que la plus grande probabilité correspond à $k = \frac{1}{\cos\varphi}$ et a pour valeur $P = \sin 2\varphi$. Par la variation de k de $\frac{1}{\cos\varphi}$ à $\frac{\cos\varphi}{\sin^2\varphi}$, on obtient (fig. 12) l'arc B'C' qui, prolongé, aurait pour asymptote l'axe des k.

β) $k > \frac{\cos\varphi}{\sin^2\varphi}$. Lorsque $k = \frac{\cos\varphi}{\sin^2\varphi}$, le point A atteint le pôle de l'axe optique et $P = 2\sin^2\varphi$. A partir de ce moment, la base supérieure du lieu des pôles n'existe plus; quant à l'inférieure, comme, *a fortiori*, $k > \frac{1}{\cos\varphi}$, l'ordonnée $a'b'$ qui lui correspond est plus petite que 90°; on obtient donc (fig. 11) pour le lieu des pôles une zone à une base, et pour la probabilité

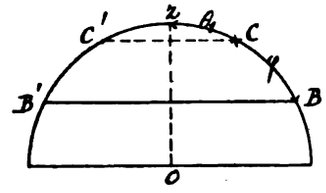


FIG. 11.

$$P = 1 - \cos(\varphi + \theta_1) = 2\sin^2\frac{\varphi + \theta_1}{2}$$

$$\sin\theta_1 = \sqrt{\frac{\cos\varphi}{k}}.$$

On voit qu'à mesure que k augmente, P continue à diminuer, mais plus lentement que dans le cas précédent; pour $k = \infty$, $P = 2\sin^2\frac{\varphi}{2}$; on obtient (fig. 12) l'arc de courbe C'L', ayant pour asymptote la droite ML.

La figure 12 représente la variation de la probabilité avec $k = \frac{e(n_e - n_a)}{R}$ pour un *uniaxe quelconque* (*). Comme il a été dit ci-dessus, elle se compose de trois arcs, A'B', B'C', C'L' ayant respectivement pour équation :

$$\begin{aligned} P &= \cos(\theta_1 - \varphi) \\ P &= 2 \sin \theta_1 \sin \varphi \\ P &= 1 - \cos(\theta_1 + \varphi), \end{aligned} \qquad (7)$$

en désignant par θ_1 un angle donné par

$$\sin \theta_1 = \sqrt{\frac{\cos \varphi}{2}}.$$

Les deux dernières courbes se raccordent au point C'; la tangente commune en ce point fait avec l'axe des k un angle donné par

$$\operatorname{tg} \alpha = -\frac{\sin^4 \varphi}{\cos \varphi}.$$

Ces mêmes courbes ont respectivement pour asymptote l'axe des k et la droite ML.

En A' la tangente à la première courbe est parallèle à l'axe des P.

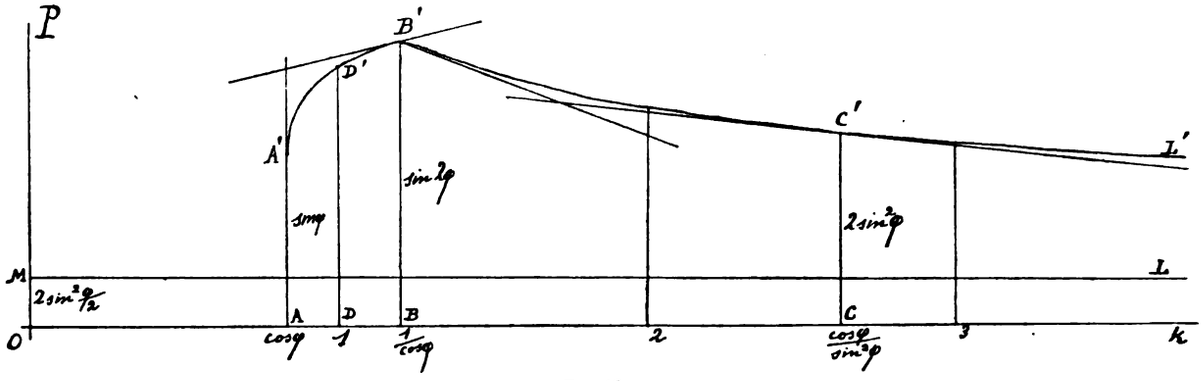


FIG. 12.

A l'aide de ce qui précède, on peut résoudre le problème de *l'apparence optique probable* d'un minéral uniaxe en lumière convergente. Voici un exemple :

(*) La figure a été dessinée spécialement pour le quartz, en lumière jaune et pour un champ de 120°.

PROBLÈME III.

Quelle est, en lumière convergente, l'apparence optique probable d'une lame de quartz d'épaisseur donnée, taillée d'une façon quelconque dans le cristal? L'apparence consiste dans la présence ou l'absence du pôle de l'axe et des lignes obscures de retard λ, 2λ, etc.

Pour savoir quelle est, parmi les trois formules (7), celle qu'il faut appliquer, il faut calculer (fig. 12) les coordonnées des points A′, B′ et C′; nous le ferons pour les trois lumières suivantes : *violet* de longueur d'onde $\lambda = 39{,}3$, *jaune* $\lambda = 55{,}1$ et *rouge* $\lambda = 62{,}8$.

On obtient les résultats consignés dans les tableaux suivants :

Champ = 120°	Violet.		Jaune.		Rouge.	
n	1,558		1,544		1,541	
φ	33° 46′ 11″		34° 7′ 4″		34° 11′ 37″	
	k	P	k	P	k	P
Point A′ . . .	0,83128	0,55586	0,82789	0,56090	0,82714	0,561989
» B′ . . .	1,20297	0,92414	1,20789	0,92872	1,20898	0,92969
» C′ . . .	2,69042	0,61795	2,63150	0,62921	2,61893	0,63166
Asymptote . .	∞	0,16872	∞	0,17211	∞	0,17286

Champ = 130°	Violet.		Jaune.		Rouge.	
n	1,558		1,544		1,541	
φ	35° 34′ 16″		35° 56′ 37″		36° 1′ 28″	
	k	P	k	P	k	P
Point A′ . . .	0,81339	0,58171	0,80959	0,58699	0,80877	0,58813
» B . . .	1,22942	0,94632	1,23519	0,95044	1,23645	0,95132
» C′ . . .	2,40372	0,67678	2,34969	0,68911	2,33817	0,69179
Asymptote . .	∞	0,18661	∞	0,19040	∞	0,19123

Nous supposerons, dans ce qui suit, le champ de 120°. Le premier de ces deux tableaux montre qu'en lumière jaune, par exemple, lorsque la valeur de k tirée des données du problème sera inférieure à 0,82789, la probabilité d'apparition est nulle; lorsque k sera compris entre la valeur précédente et 1,20789, la probabilité sera de 56 à 93 °/₀; etc.

Considérons des lames d'épaisseur 3, 4, 5, etc., centièmes de millimètre.

$e = 3$. Cherchons la probabilité pour que la ligne de retard λ soit visible; on a : $k = \frac{e(n_c - n_a)}{\lambda}$; $n_c - n_a$ est égal à 10 pour le violet, à 9 pour le jaune et le rouge; donc $k_v = 0{,}76336$, $k_j = 0{,}49002$, $k_r = 0{,}42994$; par conséquent, aucune lame ne présentera la ligne de retard λ. On a vu précédemment que la probabilité pour que l'axe soit visible est $2 \sin^2 \frac{\varphi}{2}$ (*). Donc *sur 100 lames il y en aura 17 qui montreront le pôle de l'axe optique, 83 qui ne montreront ni axe ni lignes obscures d'égal retard.*

$e = 4$. On obtient :

$$k_v = 1{,}01781, \quad k_j = 0{,}65536, \quad k_r = 0{,}57325.$$

Pour le jaune et le rouge, nous avons encore une probabilité nulle pour l'apparition de la ligne λ; pour le violet, nous nous trouvons entre A' et B', de sorte que $P = \cos(\theta_1 - \varphi) = 0{,}85821$, c'est-à-dire qu'*il y aura* 86 °/₀ *de lames montrant la ligne de retard* λ. Comme $\theta_1 - \varphi = 30° 53'$ et que la zone à une base présentant l'axe a pour intervalle $\varphi = 33° 46' 11''$, on voit qu'en partant du pôle de l'axe on rencontre trois zones :

La première, ne présentant que l'axe, s'étend jusqu'à 30° 53' et a pour probabilité

$$1 - \cos(\theta_1 - \varphi) = 0{,}14179.$$

La deuxième, présentant l'axe et la ligne λ, s'étend depuis 30° 53' jusqu'à 33° 46' 11''; elle a pour probabilité

$$\cos(\theta_1 - \varphi) - \cos\varphi = 0{,}02694.$$

(*) Voir le problème traité en premier lieu. Cette valeur peut aussi se tirer des tableaux ci-dessus, en observant que, dans le cas particulier dont il s'agit, $R = 0$ et, par conséquent, $k = \infty$.

La troisième, ne présentant que la ligne λ, s'étend depuis 33° 46′ 11″ jusqu'à l'équateur et a pour probabilité

$$\cos\varphi = 0{,}83128.$$

Ainsi, lorsque l'*épaisseur est de 4, en lumière jaune ou rouge, sur 100 lames, 17 montreront le pôle de l'axe, 83 ne montreront rien du tout;* en *lumière violette,* au contraire, on aura

14 lames ne présentant que l'axe;
3 » présentant l'axe et la ligne λ;
83 » ne présentant que la ligne λ;
0 » ne présentant rien du tout.

$e = 5$. On obtient :

$$k_v = 1{,}27226, \quad k_j = 0{,}81670, \quad k_r = 0{,}71656.$$

Pour le *violet,* nous nous trouvons ici entre les points B′ et C′, de sorte que

$$P = 2\sin\theta_1 \sin\varphi = 0{,}89862, \quad \theta_1 = 53° 55′ 56″.$$

La zone des pôles présentant la ligne λ a donc ici sa base inférieure au-dessus de l'équateur; ses bases ont respectivement pour intervalles $\theta_1 - \varphi = 20° 9′ 45″$ et $\theta_1 + \varphi = 87° 42′ 7″$; en opérant comme précédemment, on trouvera quatre zones :

	Probabilité.	Nombre de lames °/₀.
Première zone, montrant l'axe seul	$1 - \cos(\theta_1 - \varphi) = 0{,}06128$	6
Deuxième » montrant l'axe et la ligne λ.	$\cos(\theta_1 - \varphi) - \cos\varphi = 0{,}10744$	11
Troisième » montrant la ligne λ seule.	$\cos\varphi - \cos(\theta_1 + \varphi) = 0{,}79118$	79
Quatrième » ne montrant rien du tout.	$\cos(\theta_r + \varphi) = 0{,}04010$	4

Quant à l'apparence en lumière jaune ou rouge, elle est la même que précédemment.

$e = 5{,}5$.

$$k_v = 1{,}39949, \quad k_j = 0{,}89857, \quad k_r = 0{,}78822.$$

Ici la ligne λ apparaît en lumière jaune; nous nous trouvons, pour le violet, entre B′ et C′; pour le jaune, entre A′ et B′; on obtient

$$P_v = 2\sin\theta_1 \sin\varphi = 0{,}84955, \quad P_j = \cos(\theta_1 - \varphi) = 0{,}77033, \quad \theta_{1_v} = 50° 25′ 2″, \quad \theta_{1_j} = 73° 44′ 3″;$$

c'est-à-dire que sous l'*épaisseur* 5,5, *sur* 100 *lames de quartz,* 85 *montreront la ligne de retard* λ *en lumière violette,* 77 *en lumière jaune,* 0 *en lumière rouge.*

En opérant comme précédemment, on trouve, pour le violet, quatre zones, en partant de l'axe optique et en s'acheminant vers l'équateur.

	Point de départ.	Apparence.	Probabilité.
Première zone.	$\theta = 0°$	Axe seul.	$1 - \cos(\theta_1 - \varphi) = 0{,}04919$
Deuxième »	16° 38′ 51″	Axe et ligne λ.	$\cos(\theta_1 - \varphi) - \cos\varphi = 0{,}11953$
Troisième »	33° 46′ 11″	Ligne λ seule.	$\cos\varphi - \cos(\theta_1 + \varphi) = 0{,}73000$
Quatrième »	84° 11′ 13″	Rien.	$\cos(\theta_1 + \varphi) = 0{,}10128$

Pour le jaune, on trouve trois zones dans l'ordre suivant :

	Point de départ.	Apparence.	Probabilité.
Première zone.	$\theta = 0°$	Axe seul.	$1 - \cos\varphi = 0{,}17211$
Deuxième »	34° 7′ 4″	Rien.	$\cos\varphi - \cos(\theta_1 - \varphi) = 0{,}05755$
Troisième »	39° 36′ 58″	Ligne λ seule.	$\cos(\theta_1 - \varphi) = 0{,}77033$

Ces résultats peuvent se résumer dans le tableau suivant :

$e = 5{,}5$	Axe seul.	Axe et λ.	λ seule.	Rien.
Violet	5 %	12	73	10
Jaune	17	0	77	6
Rouge	17	0	0	83

En superposant les résultats obtenus pour les trois couleurs, on obtient les sept zones suivantes, en partant de l'axe optique :

		Apparence (*)			
	Point de départ.	violet.	jaune.	rouge.	Probabilité.
Première zone.	$\theta = 0$	A	A	A	$1 - \cos(\theta_1 - \varphi)_v = 0{,}04919$
Deuxième »	16° 38′ 51″	A, λ	A	A	$\cos(\theta_1 - \varphi)_v - \cos\varphi_v = 0{,}11953$
Troisième »	33° 46′ 11″	λ	A	A	$\cos\varphi_v - \cos\varphi_j = 0{,}00339$
Quatrième »	34° 7′ 4″	λ	0	A	$\cos\varphi_j - \cos\varphi_r = 0{,}00074$
Cinquième »	34° 11′ 37″	λ	0	0	$\cos\varphi_r - \cos(\theta_1 - \varphi)_j = 0{,}05681$
Sixième »	39° 36′ 58″	λ	λ	0	$\cos(\theta_1 - \varphi)_j - \cos(\theta_1 + \varphi)_v = 0{,}66905$
Septième »	84° 11′ 13″	0	λ	0	$\cos(\theta_1 + \varphi)_v = 0{,}10128$

(*) A indique que la lame présente le pôle de l'axe optique seul; (A, λ), qu'elle montre l'axe optique et la ligne λ; etc.

L'apparence la plus probable d'une lame de quartz d'épaisseur 5,5 est donc celle-ci : elle présentera la ligne obscure de retard λ en lumière violette ou jaune, rien en lumière rouge; cette probabilité est de 67 °/₀.

$e = 6$.

$$k_v = 1{,}5267, \quad k_j = 0{,}98004, \quad k_r = 0{,}85987,$$
$$\theta_1 = 47° 33' 8'', \quad \theta_1 = 66° 47' 43'', \quad \theta_1 = 78° 44' 58''.$$

Ici la ligne λ pourra apparaître pour les trois couleurs; on obtient, pour la probabilité de son apparition :

$$P_v = 0{,}82033, \quad P_j = 0{,}84172, \quad P_r = 0{,}71257.$$

La figure 13 montre la grande différence qui existe entre la disposition des diverses zones, lorsque la couleur de la lumière varie. Ainsi, tandis qu'en lumière violette la zone qui ne présente rien s'appuie sur l'équateur, en

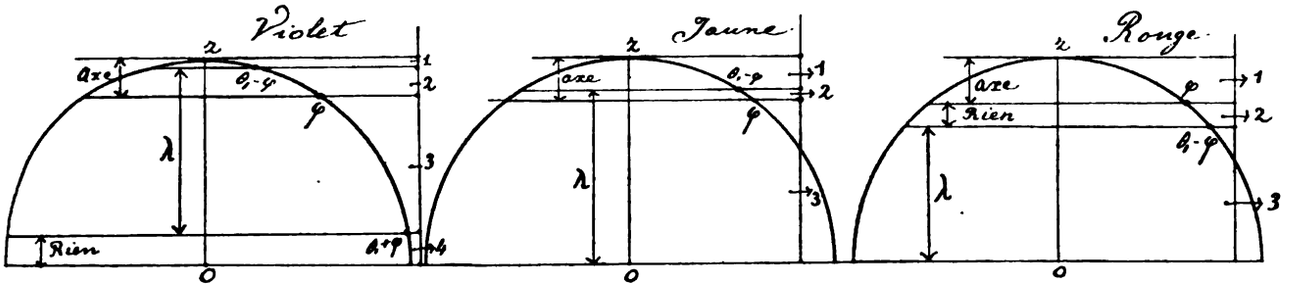


Fig. 13.

lumière rouge elle s'étend entre 34° et 44° à partir de l'axe optique, et en lumière jaune elle n'existe pas; la même figure montre qu'il y a quatre zones en lumière violette, trois en lumière jaune ou rouge; les voici :

Violet.			Jaune.			Rouge.		
Zones.	Apparence.	Probabilité.	Zones.	Apparence.	Probabilité.	Zones	Apparence.	Probabilité.
1	A	0,02879	1	A	0,15828	1	A	0,17286
2	A, λ	0,13993	2	A, λ	0,01384	2	0	0,11458
3	λ	0,68040	3	λ	0,82789	3	λ	0,71257
4	0	0,15088						

Si l'on superpose les trois parties de la figure 13, on obtient les huit zones suivantes, en partant de l'axe optique :

	Point de départ.	Apparence violet.	jaune.	rouge.	Probabilité.
Première zone . . .	$\theta = 0°$	A	A	A	0,02879
Deuxième » . . .	13° 46′ 57″	A, λ	A	A	0,12948
Troisième » . . .	32° 40′ 39″	A, λ	A, λ	A	0,01045
Quatrième » . . .	33° 46′ 11″	λ	A, λ	A	0,00339
Cinquième » . . .	34° 7′ 4″	λ	λ	A	0,00074
Sixième » . . .	34° 11′ 37″	λ	λ	0	0,11458
Septième » . . .	44° 33′ 21″	λ	λ	λ	0,56169
Huitième » . . .	81° 19′ 19″	0	λ	λ	0,15088

La ligne 2λ fera son apparition en lumière violette lorsque

$$k = \frac{e(n_e - n_o)}{2\lambda} \geq \cos \varphi_v,$$

c'est-à-dire lorsque $e \geq 6{,}534$.

En lumière jaune, il faudra avoir $e \geq 10{,}137$ et en lumière rouge $e \geq 11{,}543$. Dans le cas de $e = 7$, nous aurons donc à considérer des lames présentant la ligne λ, la ligne 2λ, ou l'ensemble des deux, en lumière violette.

$e = 7$.

1°) $R = \lambda$, $k_v = 1{,}78117$, $\theta_1 = 43° 5′ 27″$, $P = 0{,}75947$;

2°) $R = 2\lambda$, $k_v = 0{,}89059$, $\theta_1 = 75° 2′ 43″$, $P = 0{,}75155$.

On trouve cinq apparences possibles :

	Point de départ.	Apparence.	Probabilité.
Première zone	$\theta = 0°$	A	0,01320
Deuxième »	9° 19′ 16″	A, λ	0,15552
Troisième »	33° 46′ 11″	λ	0,07973
Quatrième »	41° 16′ 32″	λ, 2λ	0,52422
Cinquième »	76° 51′ 38″	2λ	0,22732

La relation $k = \frac{e(n_e - n_o)}{R}$ montre que, pour un même minéral, k, et par conséquent la probabilité, ne dépend que de $\frac{e}{R}$, c'est-à-dire que la probabilité d'apparition de la ligne de retard λ, dans une lame d'épaisseur e, est la même que celle de la ligne de retard $m\lambda$ dans une lame d'épaisseur me.

Ainsi, la probabilité de 86 °/₀, trouvée précédemment dans une lame d'épaisseur 4, pour l'apparition de la ligne de retard λ, sera aussi celle de l'apparition de la ligne 2λ dans une lame d'épaisseur 8, etc.

On voit par là comment varie la probabilité d'apparition des différentes lignes d'égal retard dans une lame de direction quelconque et d'épaisseur croissante à partir de zéro. Lorsque l'épaisseur atteint la valeur $e_1 = \frac{\lambda \cos\varphi}{n_e - n_a}$, la ligne de retard λ commence à apparaître avec une probabilité $\sin\varphi$; si e continue à croître, P_λ augmente d'abord jusqu'à un *maximum* $\sin 2\varphi$, qu'elle atteint lorsque l'épaisseur devient $\frac{e_1}{\cos^2\varphi}$; ensuite P_λ décroît indéfiniment et tend vers $2\sin^2\frac{\varphi}{2}$, pendant que les autres lignes d'égal retard vont faire leur apparition. Celle de la ligne 2λ aura lieu lorsque l'épaisseur atteint $2e_1$; la probabilité initiale est encore $\sin\varphi$, puis $P_{2\lambda}$ varie absolument comme P_λ. Au moment où l'épaisseur devient $3e_1$, la ligne 3λ fait son apparition, et ainsi de suite.

Le tableau suivant montre que, pour le quartz, les probabilités *initiale, maxima* et *limite* varient peu d'une lumière à l'autre, mais que les épaisseurs correspondantes varient notablement.

	Violet.	Jaune.	Rouge.
e_1	3,2669	5,0685	5,7716
P *initiale* °/₀	55,6	56	56,1
$\frac{e_1}{\cos^2\varphi}$	4,7277	7,3950	8,4360
P *maxima*	92,4	92,9	93
P *limite*	16,9	17,2	17,3

PROBLÈME IV.

Chercher la probabilité pour qu'une lame taillée dans un cristal biaxe, suivant un plan quelconque, présente, en lumière convergente, une ligne de retard donné R, *dans le champ du microscope.*

Soit (fig. 14) $\frac{1}{b}$ l'axe moyen, A et A′ les pôles des axes optiques, z le pôle de la bissectrice aiguë, zN la normale à la lame, zI une direction suivant laquelle les rayons lumineux acquièrent un retard R, en traversant la lame, direction faisant des angles θ, θ' avec les axes optiques et un angle α

avec zN. Si e est l'épaisseur de la lame, la longueur traversée dans la lame suivant zI sera $\frac{e}{\cos\alpha}$, de sorte que

$$R = \frac{e}{\cos\alpha}(n_e - n_o)\sin\theta\sin\theta'.$$

Posons

$$\frac{e(n_e - n_o)}{R} = k, \quad \sin\theta\sin\theta' = m\ (*);$$

il vient

$$\cos\alpha = km. \tag{8}$$

Pour que α soit réel et pour que le rayon, qui a traversé la lame suivant zI, soit recueilli par le condenseur, il faut que

$$\frac{\cos\varphi}{k} \leqq m \leqq \frac{1}{k}. \tag{9}$$

Donnons à m une valeur quelconque satisfaisant à (9), et soit CC′ la courbe ayant pour équation $\sin\theta\sin\theta' = m$; si d'un point I quelconque de cette courbe comme pôle et avec α, tiré de (8), comme intervalle, on décrit un petit cercle, tous les points de sa circonférence représentent les pôles de lames montrant le retard R dans le champ. En opérant de même pour tous les points de la courbe CC′, puis traçant les enveloppes PP′, QQ′ de toutes ces circonférences d'intervalle α, la surface de la sphère interceptée entre ces courbes enveloppes est le lieu des pôles de lames montrant la ligne de retard R dans le champ du microscope, correspondant à la valeur spéciale attribuée à m. Si l'on donne à m une autre valeur satisfaisant à (9) et que l'on déduit de (8) la valeur de α correspondante, on obtiendra encore une

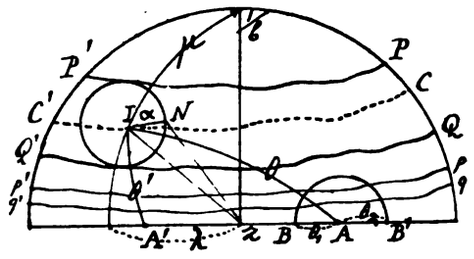


FIG. 14.

(*) m est ce que M. Wallerant a appelé *caractéristique* de la lame. Pour la discussion de la forme des lignes d'égale caractéristique, voir le mémoire de M. WALLERANT, *Bull. de la Soc. franç. de minéralogie*, t. XI, p. 81.

zone de pôles, et ainsi de suite. Si s est la surface de la sphère (*) interceptée entre les courbes enveloppes extrêmes PP′ et qq', la probabilité demandée sera

$$P = \frac{s}{2\pi}.$$

Si qq' descendait sous le plan des axes optiques (**), il faudrait prendre pour s la plus grande des surfaces comprises entre le plan des axes et les courbes enveloppes extrêmes, la plus petite étant englobée dans la symétrique de l'autre par rapport à ce plan.

Nous appliquerons ce qui précède à un cas particulier :

PROBLÈME V.

Chercher l'apparence optique probable d'une lame de péridot d'épaisseur 4, *taillée dans le cristal suivant une direction quelconque.* On suppose que le microscope est éclairé par la lumière jaune de longueur d'onde $\lambda = 55{,}1$ et que son champ soit de 120°.

On a dans le péridot : $n = 1{,}678$, $n_c - n_a = 36$; l'angle des axes optiques est $2V = 87°$; on trouve $\varphi = 31° 4' 17''$.

Probabilité d'apparition de la ligne de retard λ.

On a :

$$k = \frac{4 \times 36}{\lambda} = 2{,}61343, \quad \frac{\cos\varphi}{k} = 0{,}32774, \quad \frac{1}{k} = 0{,}382639;$$

la relation (9) devient

$$0{,}32774 \leqq m \leqq 0{,}382639.$$

Comme $\sin^2 V = 0{,}473832$, on a $m < \sin^2 V$ et les courbes correspondant à toutes les valeurs de m à considérer seront fermées (***) autour des

(*) Il est d'ailleurs évident que ces zones se suivent sans laisser d'intervalle libre sur la surface de la sphère, car les valeurs que l'on attribue à m dans (9) peuvent différer entre elles de quantités infiniment petites, tandis que les valeurs de α tirées de (8) sont finies.

(**) On suppose l'axe moyen placé verticalement.

(***) Voir WALLERANT, *loc. cit.*

pôles des axes. On s'assure facilement que, dans notre cas, ces courbes peuvent être approximativement confondues avec des cercles décrits de l'extrémité d'un axe comme pôle, de sorte que les courbes enveloppes dont il a été parlé ci-dessus seront aussi sensiblement circulaires. En effet :

Si BB′ (fig. 14) est une de ces courbes ayant comme équation $\sin\theta \sin\theta' = m$, on a, au point B, $\sin\theta_1 \sin(2V - \theta_1) = m$ et, au point B′, $\sin\theta_2 \sin(2V + \theta_2) = m$; on en tire

$$\sin^2(V - \theta_1) = \sin^2 V - m$$
$$\sin^2(V + \theta_2) = \sin^2 V + m;$$

en outre, la plus petite valeur de θ est donnée par $\sin\theta_3 = m$.

θ_1 est la plus grande valeur de θ, de sorte que si l'on suit la courbe en allant de B vers B′, θ décroit d'une manière continue jusqu'à θ_3, valeur atteinte en un point voisin de B′, puis augmente jusqu'à θ_2.

Si l'on calcule les valeurs de θ_1, θ_2, θ_3, α pour un certain nombre de valeurs de m répondant au problème, on obtient :

m	θ_1	θ_2	θ_3	θ_m (*)	α	$\theta_m + \alpha$
0,32774	21° 1′ 44″	20° 2′ 52″	19° 7′ 54″	20° 3′ 50″	31° 4′ 17″	51° 8′
0,33	21° 12′ 46″	20° 12′ 37″	19° 16′ 8″	20° 13′ 50″	30° 24′ 33″	50° 38′
0,34	22° 2′ 29″	20° 56′ 20″	19° 52′ 37″	20° 57′ 9″	27° 18′ 23″	48° 16′
0,35	22° 53′ 48″	21° 40′ 58″	20° 29′ 14″	21° 41′ 20″	23° 50′ 12″	45° 32′
0,36	23° 46′ 55″	22° 26′ 37″	21° 6′ 1″	22° 26′ 31″	19° 48′ 28″	42° 15′
0,38264	25° 55′ 24″	24° 14′ 15″	22° 29′ 50″	24° 13′ 10″	0°	24° 13′

On voit que la seule valeur de m dont on doit tenir compte est la première, car elle correspond à la plus grande valeur de $\theta + \alpha$; la ligne de caractéristique 0,32774 est sensiblement un cercle ayant A comme pôle et d'intervalle 20° 4′; par conséquent le lieu des pôles des faces montrant λ est formé de zones à une base d'intervalle $\rho = 51° 8'$ et ayant pour pôles les extrémités des axes optiques. L'arc de 51° 8′, compté à partir de A, dépasse le pôle de la bissectrice aiguë de 7° 38′; et celui de la bissectrice obtuse, de 4° 38′ (voir fig. 16); de sorte que les zones ainsi obtenues se

(*) θ_m est la moyenne entre θ_1, θ_2 et θ_3.

coupent sur les deux bissectrices. La probabilité sera donnée dans ce cas par

$$P = 4\sin^2\frac{\rho}{2} - \frac{2}{\pi}\left(\arccos\frac{\sin V}{\sin\rho} - \cos\rho\arccos\frac{\operatorname{tg} V}{\operatorname{tg}\rho}\right) - \frac{2}{\pi}\left(\arccos\frac{\cos V}{\sin\rho} - \cos\rho\arccos\frac{\cot V}{\operatorname{tg}\rho}\right);$$

on obtient

$$P_\lambda = 0{,}70048,$$

de sorte que *sur* 100 *lames de péridot, d'épaisseur* 4, 70 *montreront la ligne obscure de retard* λ.

Probabilité d'apparition de la ligne de retard 2λ.

La valeur de k devient deux fois plus petite et, par conséquent, les limites entre lesquelles doit varier m deviennent doubles :

$$0{,}65548 \leqq m \leqq 0{,}765278.$$

Comme $\sin^2 V = 0{,}473832$, $\cos^2 V = 0{,}526168$, toutes les valeurs de m à examiner satisfont à la relation

$$\cos^2 V < m < 2\sin^2 V;$$

il s'ensuit (*) que toutes ces courbes ne couperont plus l'équateur et auront plus ou moins la forme de cercles décrits avec le pôle de l'axe moyen $\frac{1}{b}$ comme pôle.

Si l'on prend comme coordonnées (fig. 14) la longitude λ et la collatitude μ, l'équation de la courbe devient

$$\sin^2\mu = \frac{\sec^2(\lambda+V)+\sec^2(\lambda-V)}{2} - \sqrt{\left\{\frac{\sec^2(\lambda+V)-\sec^2(\lambda-V)}{2}\right\}^2 + m^2\sec^2(\lambda+V)\sec^2(\lambda-V)}. \quad (10)$$

μ passe par deux *maxima,* correspondant à

$$\lambda_1 = 0, \quad \sin^2\mu_1 = \frac{1-m}{\cos^2 V}$$

$$\lambda_2 = 90^\circ, \quad \sin^2\mu_2 = \frac{1-m}{\sin^2 V}$$

et par un *minimum,* correspondant à

$$\operatorname{tg}^2\lambda_3 = \cot^2 V\,\frac{4\sin^4 V - m^2}{4\cos^4 V - m^2}, \qquad \cos\mu_3 = \frac{m}{\sin 2V}.$$

(*) Voir WALLERANT, *loc. cit.*

Si l'on applique ces formules aux valeurs extrêmes de m, on obtient :

$$m_1 = 0{,}65548,$$
$$\mu_1 = 54^\circ\,0'\,57'', \quad \mu_2 = 58^\circ\,30'\,23'', \quad \mu_3 = 48^\circ\,58'\,33'', \quad \lambda_3 = 41^\circ\,18'\,30'',$$
$$m_2 = 0{,}765278,$$
$$\mu_1 = 41^\circ\,54'\,20'', \quad \mu_2 = 44^\circ\,44'\,5''.$$

On démontre (voir Note IV) qu'il ne faut tenir compte que de la zone de pôles fournie par la plus petite valeur de m, les autres zones étant englobées dans celle-ci. Soit CC′ (fig. 15) la ligne correspondant à la caractéristique m_1; la différence entre μ_2 et μ_3 étant trop forte pour que cette ligne puisse être assimilée à un cercle, pour calculer la surface de la sphère comprise entre les enveloppes PP′ et QQ′, divisons zx en un certain nombre de parties égales, puis faisons passer des méridiens par les points de division et calculons par la formule (10) les μ correspondants; l'aire de la partie $mnpq$ sera calculée en supposant l'intervalle de l'arc intercepté sur CC′ successivement égal aux μ de ses extrémités et prenant la moyenne entre les deux aires ainsi obtenues :

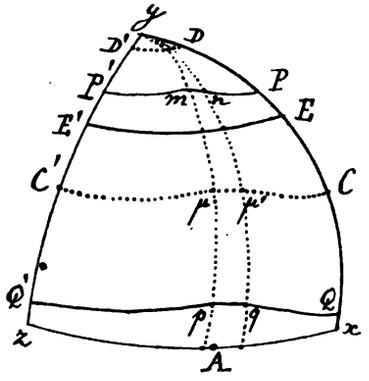


Fig. 15.

$$\text{Aire } mnpq = \frac{\pi}{18} \sin\varphi\,(\sin\mu + \sin\mu');$$

puis, en sommant,

$$P = \frac{\sin\varphi}{9}\left\{2\Sigma \sin\mu - (\sin\mu_0 + \sin\mu_{90})\right\}.$$

Dans notre cas, on obtient :

$$\begin{aligned}
\mu_0 &= 54^\circ\ 0'\ 57'' & \mu_{90} &= 49^\circ\ 25'\ 6'' \\
\mu_{10} &= 53^\circ\ 6'\ 6'' & \mu_{80} &= 51^\circ\ 1'\ 48'' \\
\mu_{20} &= 51^\circ\ 13'\ 40'' & \mu_{70} &= 53^\circ\ 44'\ 41'' \\
\mu_{30} &= 49^\circ\ 39'\ 17'' & \mu_{60} &= 56^\circ\ 54'\ 11'' \\
\mu_{40} &= 48^\circ\ 59'\ 2'' & \mu_{50} &= 58^\circ\ 30'\ 23'';
\end{aligned}$$

puis

$$P_{2\lambda} = 0{,}81522.$$

Ainsi, *sur* 100 *lames de péridot, d'épaisseur* 4, *taillées d'une manière quelconque dans un cristal,* 82 *présenteront la ligne de retard* 2λ.

Probabilité d'apparition de la ligne de retard 3λ.

On obtient $0{,}98322 \leq m \leq 1$.

Ici $m > 2\sin^2 V$; il n'y a plus de *minimum* entre $\lambda = 0$ et $\lambda = 90°$. Pour $\lambda = 0$, il y a un *minimum* donné par $\sin^2\mu_0 = \frac{1-m}{\cos^2 V}$ et, pour $\lambda = 90°$, un *maximum* déterminé par $\sin^2\mu_{90} = \frac{1-m}{\sin^2 V}$. Dans notre cas, il est évident que la seule zone à considérer est celle qui correspond à $m_1 = 0{,}98322$; pour cette valeur de m, on obtient

$$\mu_0 = 10°\,17'\,15'' \quad \text{et} \quad \mu_{90} = 10°\,50'\,49'', \quad \alpha = \varphi,$$

de sorte que la courbe de caractéristique m_1 se confond très sensiblement avec le cercle DD′ décrit (fig. 15) du point y comme pôle avec un intervalle de 10° 34′, et la zone des pôles s'étendra depuis un cercle EE′ d'intervalle $\beta = 41°\,38'\,17''$ jusqu'au pôle de l'axe moyen. Donc

$$P_{3\lambda} = 2\sin^2\frac{\beta}{2} = 0{,}25265.$$

La probabilité d'apparition de la ligne 3λ *sous l'épaisseur* 4 *est de* 25 %.

La ligne 4λ n'est jamais visible.

Apparence optique probable.

Portons sur la figure 16 (*) les différentes zones que nous venons d'obtenir :

Les pôles situés entre A et le cercle *abc* d'intervalle φ, appartiendront à des faces montrant l'axe optique.

(*) Projection stéréographique sur le plan des axes optiques; z est le pôle de la bissectrice aiguë, A le pôle d'un axe optique.

Les faces ayant leur pôle situé entre A et le cercle *defgh* montreront la ligne de retard λ.

Les pôles situés entre les deux courbes *klm, nupvq* appartiennent à des faces montrant la ligne de retard 2λ.

Les faces dont les pôles sont situés entre *y* et le cercle *resgt* montreront la ligne 3λ.

On voit que *toutes les faces montrent quelque chose* : soit l'*axe accompagné d'une ou deux lignes d'égal retard,* soit *une, deux* ou *trois lignes d'égal retard, sans l'axe.*

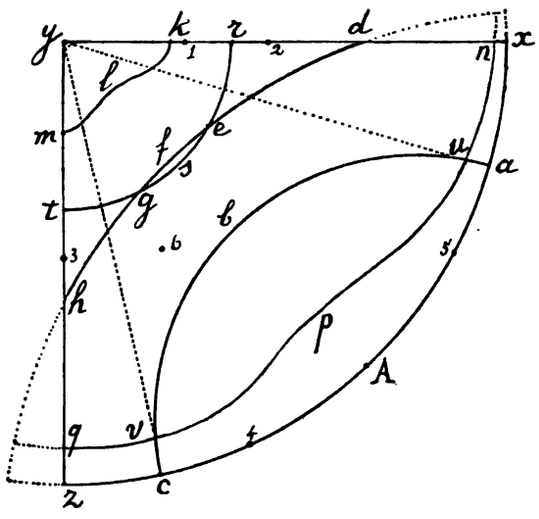


FIG. 16.

La figure 16 montre qu'il y a *huit apparences optiques possibles,* correspondant aux huit zones suivantes :

1° Pôles situés entre *y* et la courbe *klm*. Les faces *ne montreront que la tigne* 3λ dans le champ du microscope;

2° Pôles situés entre les deux arcs *gfe* et *gse*. Les faces *ne montreront que les lignes* λ, 2λ et 3λ;

3° Zone formée des deux triangles *tgh, erd*. S'y trouvent, les faces *ne montrant que la ligne* 2λ dans le champ;

4° Zone *klmtgfer*. Elle renferme les pôles des faces *ne montrant que les lignes de retard* 2λ *et* 3λ;

5° Pôles situés entre l'arc de cercle *vbu* et la courbe *vpu*. Les faces *ne montreront que l'axe optique et les lignes de retard* λ *et* 2λ;

6° Zone *hgsednubvq*. Elle contient les pôles des faces *ne montrant que les lignes* λ *et* 2λ;

7° Zone comprise entre la courbe *vpu* et l'arc de cercle *cAa*. Faces *ne montrant que l'axe et la ligne de retard* λ;

8° Zone formée des deux parties *qvcz* et *unxa*. Renferme les pôles des faces *ne montrant que la ligne de retard* λ.

Calcul de la probabilité des huit apparences optiques possibles.

Il suffit de calculer les surfaces des huit zones que nous venons d'énumérer, puis de les diviser par la surface du triangle trirectangle.

1° *Probabilité pour que la ligne* 3λ *apparaisse seule dans le champ.*

La surface *ymlk* se calcule par la même méthode que nous avons employée (p. 30) pour calculer l'aire comprise entre les courbes PP′, QQ′.

Les μ des différents points de la courbe *mlk* se déduisent de ceux donnés page 30, en soustrayant de ces derniers $\varphi = 31^\circ\,4'\,17''$. On obtient

$$P_1 = \frac{1}{9}\left\{2\Sigma \sin^2\frac{\mu}{2} - \left(\sin^2\frac{1}{2}\mu_0 + \sin^2\frac{1}{2}\mu_{90}\right)\right\},$$

$$P_1 = 0{,}068751,$$

c'est-à-dire 7 %;

2° *Probabilité pour que les trois lignes d'égal retard apparaissent, sans l'axe, dans le champ du microscope.*

On démontre que la surface de la sphère comprise entre deux parallèles dont les plans sont perpendiculaires est

$$\frac{S}{2} = \arccos(\cot\delta\cot\gamma) - \cos\gamma\arccos\frac{\cos\delta}{\sin\gamma} - \cos\delta\arccos\frac{\cos\gamma}{\sin\delta},$$

en désignant par γ et δ les intervalles de ces parallèles (voir Note III).

Pour calculer l'aire comprise entre les arcs *gfe*, *gse*, on appliquera cette formule en y faisant $\gamma = 51^\circ\,8'\,17''$ et $\delta = 41^\circ\,38'\,17''$; on obtient

$$P_2 = 0{,}00991,$$

c'est-à-dire 1 %;

3° *Probabilité pour que la ligne* 2λ *apparaisse seule dans le champ.*

On a

$$gth + red = yhd + gfse - ytgser,$$

c'est-à-dire

$$P_3 = P(yhd) + P_2 - P_{3\lambda}\ (*).$$

(*) $P_{3\lambda} = 0{,}25265$ (voir page 31).

Or, la surface *yhd* comprise entre deux grands cercles et un petit cercle parallèle à leur intersection est (voir Note II)

$$S = \frac{\pi}{2} + \cos\gamma\left(\arcsin\frac{\operatorname{tg} V}{\operatorname{tg}\gamma} + \arcsin\frac{\cot V}{\operatorname{tg}\gamma}\right) - \left(\arcsin\frac{\sin V}{\sin\gamma} + \arcsin\frac{\cos V}{\sin\gamma}\right),$$

formule dans laquelle $\gamma = 51°\,8'\,17''$ est l'intervalle du parallèle. On obtient

$$P(yhd) = 0{,}299441\,;$$

puis

$$P_3 = 0{,}056705,$$

c'est-à-dire 6 °/₀ ;

4° *Probabilité pour que l'apparence optique soit formée par l'ensemble des lignes* 2λ *et* 3λ.

On a

$$P_4 = P(yhd) - P_3 - P_1 = 0{,}173985,$$

c'est-à-dire 17 °/₀ ;

5° *Probabilité pour que l'apparence optique soit l'ensemble des lignes* λ *et* 2λ *jointes au pôle d'un axe optique.*

Cherchons d'abord les coordonnées des points v et u, intersections du cercle *abc* et de la courbe *npq*.

L'équation du cercle est

$$\sin\mu = \frac{\cos\varphi}{\cos(V - \lambda)};$$

celle de la courbe est l'équation (10) donnée page 29, dans laquelle on remplace μ par $\mu - \varphi$ et m par 0,65548.

On obtient

$\lambda = 13°\,1'$.	$\lambda = 13°\,1'\,30''$.	Point v.
Courbe $\mu = 83°\,38'\,25''$	$\mu = 83°\,38'\,20''$	$\lambda_1 = 13°\;1'\,30''$
Cercle $\mu = 83°\,40'\,17''$	$\mu = 83°\,37'\,38''$	$\mu_1 = 83°\,38'$

$\lambda = 74°\,21'\,30''$.	$\lambda = 74°\,22'$.	Point u.
Courbe $\mu = 86°\,13'\,12''$	$\mu = 86°\,13'\,22''$	$\lambda_2 = 74°\,22'$
Cercle $\mu = 86°\,10'\,26''$	$\mu = 86°\,14'\,57''$	$\mu_2 = 86°\,13'$

Traçons les arcs de grand cercle *yv*, *yu*. On a

$$P_3 = P(yvpu) - P(yvbu).$$

Pour calculer l'aire *yvpu*, nous diviserons l'angle compris entre les deux grands cercles *vy*, *uy* en un certain nombre de parties, puis nous procéderons comme pour le calcul de P_1. On obtient

$\lambda = 13°\,1'\,30''$	$\mu = 83°\,38'$	$\lambda = 50°$	$\mu = 80°\,29'\,23''$
$16°$	$83°\,5'\,12''$	$60°$	$82°\,6'\,5''$
$20°$	$82°\,17'\,57''$	$70°$	$84°\,48'\,58''$
$30°$	$80°\,43'\,34''$	$74°\,13'$	$86°\,10'\,26''$
$40°$	$80°\,3'\,19''$	$74°\,22'$	$86°\,13'$,

puis

$$\text{surface } yvpu = \pi \,.\, 0{,}292557 \quad \text{et} \quad P(yvpu) = 0{,}585114.$$

Quant à la surface *yvbu* comprise entre deux grands cercles et un petit cercle parallèle à leur intersection, elle est donnée par la formule

$$S = \alpha + \beta + \cos\gamma \left(\arcsin\frac{\operatorname{tg}\alpha}{\operatorname{tg}\gamma} + \arcsin\frac{\operatorname{tg}\beta}{\operatorname{tg}\gamma}\right) - \left(\arcsin\frac{\sin\alpha}{\sin\gamma} + \arcsin\frac{\sin\beta}{\sin\gamma}\right) \text{(voir Note II).}$$

Dans cette formule, γ est l'intervalle du parallèle; α et β, les angles que fait avec les deux grands cercles un troisième grand cercle passant par leur intersection et par le pôle du parallèle. Dans notre cas :

$$\gamma = \rho = 31°\,4'\,17'', \quad \alpha = V - \lambda_1 = 30°\,28'\,50'', \quad \beta = \lambda_2 - V = 30°\,52';$$

on obtient

$$P(yvbu) = 0{,}395215;$$

puis

$$P_3 = 0{,}189899,$$

c'est-à-dire 19 °/₀;

6° *Probabilité pour que l'apparence optique soit l'ensemble des lignes* λ *et* 2λ.

On a

$$P + P_2 = P_{2\lambda} + P_1 - P_3 - P(yhd)$$

et, comme

$$P_{2\lambda} = 0{,}8152242,$$

il vient

$$P_6 = 0{,}384724,$$

c'est-à-dire 39 °/₀;

7° *Probabilité pour que l'apparence optique soit le pôle d'un axe accompagné de la ligne de retard* λ.

La probabilité d'apparition de l'axe est

$$P_6 = 0{,}2869502 \text{ (voir page 9)};$$

or

$$P_7 = P_6 - P_5 = 0{,}097051,$$

c'est-à-dire 10 °/₀;

8° *Probabilité pour que la ligne* λ *apparaisse seule dans le champ.*

On a

$$P_8 = 1 - (P_1 + P_{2\lambda} + P_7) = 0{,}018974,$$

c'est-à-dire 2 °/₀.

PROBLÈME VI.

Chercher la probabilité d'apparition d'une certaine propriété dans les faces d'une zone donnée.

Il suffit de chercher la somme s des arcs du cercle de zone qui traversent la partie de la sphère, lieu des pôles jouissant de la propriété dont il s'agit; on aura

$$P = \frac{s}{2\pi}.$$

Soit, par exemple, à chercher l'*apparence optique probable* d'une plage de péridot appartenant à l'une des trois zones principales, l'épaisseur de la préparation étant 4.

Le plan des axes optiques étant h^1 et la bissectrice étant normale à p, il s'ensuit que x, y et z (fig. 16) seront respectivement les pôles des faces g^1, h^1 et p.

Zone ph^1. — Le cercle de zone yz traverse cinq zones; il y aura *cinq* apparences optiques possibles. Les arcs ym, yl, yq ont été calculés précédemment; quant à yh, il se calcule dans le triangle Ayh, dans lequel

$Ah = \gamma = 51° 8' 17''$; on a : $\sin(yh) = \frac{\cos\gamma}{\cos V}$, et $yh = 59° 52' 56''$. On obtient

Arc intercepté.	Apparence optique.	Probabilité °/₀.
$ym = 22° 56' 40''$	3λ	25,494
$mt = 18° 41' 37''$	3λ, 2λ	20,771
$th = 18° 14' 39''$	2λ	20,271
$hq = 25° 12' 18''$	2λ, λ	28,006
$qz = 4° 54' 46''$	λ	5,459

Les faces de la zone ph¹ *montreront toutes une ou deux lignes d'égal retard et jamais l'axe optique; le nombre des faces montrant deux lignes d'égal retard est à peu près le même que celui des faces n'en montrant qu'une seule; les plages montrant la ligne* λ *sont très rares, etc.*

Zone h^1g^1. — Le cercle de zone *xy* traverse les mêmes zones et les apparences optiques sont les mêmes; les probabilités diffèrent peu des précédentes :

Arc intercepté.	Apparence optique.	Probabilité °/₀.
$yk = 27° 26' 6''$	3λ	30,483
$kr = 14° 12' 11''$	3λ, 2λ	15,781
$rd = 24° 4' 39''$	2λ	26,753
$dn = 23° 51' 44''$	2λ, λ	26,314
$nx = 0° 25' 20''$	λ	0,469

Zone pg^1. — (L'axe de cette zone est la direction d'allongement des microlites). Ici les apparences changent complètement : le cercle de zone *zx* ne traverse plus que deux zones : celle où la ligne λ est seule visible et celle dans laquelle cette ligne est accompagnée du pôle d'un axe optique. Les arcs *cz* et *ax* qui se trouvent dans la première de ces zones ont pour somme $27° 51' 26''$, d'où il résulte une probabilité pour cent de 30,952; dans la seconde zone se trouve intercepté l'arc $ac = 62° 8' 34''$ et la probabilité est de 69,048. *Ainsi, sur* 100 *lames de péridot d'épaisseur* 4, *appartenant à la zone* pg¹, 69 *montreront le pôle d'un axe optique accompagné de la ligne de retard* λ, 31 *ne montreront que cette dernière ligne* (*).

(*) La figure 16 peut aussi servir à déterminer rapidement l'apparence optique d'une face de notation donnée. En faisant coïncider avec cette figure la projection stéréographique sur h^1 des différentes faces du minéral, les pôles tomberont dans l'une ou l'autre des huit zones énumérées ci-dessus.

Ainsi, le pôle *m* vient en 1, g^3 en 2, a^1 en 3, e^1 en 4, $e^{\frac{1}{2}}$ coïncide presque avec A, $e^{\frac{1}{4}}$ vient

Méthode de M. Wallerant pour la détermination de l'angle des axes optiques des microlites.

Voici le principe de cette méthode exposée dans le *Bulletin de la Société française de minéralogie*, t. XI, p. 98, dans un article remarquable par le grand nombre d'idées qu'il renferme (*) relatives à la détermination de l'orientation d'un minéral observé, dans une lame mince, au microscope.

Supposons que l'on taille un cristal dans toutes les directions possibles sous la même épaisseur et que l'on observe au microscope, *en lumière parallèle*, l'ensemble de ces lames; si l'on note toutes les teintes observées dans l'examen successif de toutes ces lames, en ramenant ces teintes aux couleurs les plus voisines de l'échelle de Newton, on observe qu'il y en a une qui revient plus fréquemment que les autres. Si R′ est le retard correspondant à cette teinte la plus fréquente, et R celui qui correspond à la teinte la plus haute rencontrée pendant l'observation précédente, on a, en désignant par V le demi-angle des axes optiques,

$$\cos^2 V = \frac{R'}{R}.$$

M. Wallerant s'appuie sur ce que la courbe de caractéristique $\cos^2 V$ est la plus longue parmi les courbes d'égale caractéristique : comme à chacun de ses points correspond une face donnant le retard $R \cos^2 V$, c'est ce dernier retard qui sera le plus fréquemment observé.

Mais il ne faut pas perdre de vue qu'il ne s'agit pas du retard précis $R \cos^2 V$, dont la probabilité d'apparition est nulle (**), mais bien des

en 5, $b^{\frac{1}{2}}$ en 6. On conclut que m montrera les lignes 3λ et 2λ, g^5 et a^1 rien que la ligne 2λ, que les faces e^m montreront l'axe accompagné de la ligne λ, $b^{\frac{1}{2}}$ l'ensemble des deux lignes λ et 2λ, etc.

(*) Ce travail est surtout à consulter pour la discussion de la forme des lignes d'égale caractéristique.

(**) Cette probabilité est le rapport entre la longueur d'une ligne et la surface de la sphère. Il est vrai que si l'on considère deux retards en particulier, le rapport entre les probabilités de leur apparition est une quantité finie différente de zéro, mais toujours est-il que, pour observer quelques sections montrant un retard précisé d'avance, il faudrait, pratiquement, opérer sur un nombre excessivement grand de plages.

retards s'en approchant; ce n'est donc pas des longueurs des courbes d'égale caractéristique qu'il faut s'occuper, mais bien des surfaces des zones comprises entre deux lignes d'égale caractéristique correspondant à deux couleurs voisines de l'échelle de Newton; ce sont ces surfaces qui indiquent les probabilités d'apparition. Or, ces surfaces dépendent, il est vrai, de l'angle V, mais dépendent aussi de la distance plus ou moins grande à laquelle sont placées les couleurs de l'échelle de Newton; on comprend, par exemple, que si $R \cos^2 V = 57{,}5$ correspondant au premier *violet sensible*, les couleurs limitrophes de l'échelle qui sont le *pourpre* 56,5 et l'*indigo* 58,9 correspondent à des lignes très voisines de la première, tandis que les couleurs que l'on ramènera au *bleu* 66,4 seront comprises entre 58,9 et le *bleu verdâtre* 72,8 et formeront une zone plus large que la première et pouvant avoir, par conséquent, une plus grande surface (*).

Pour juger la méthode, suivons une marche inverse de celle de l'auteur : donnons-nous un minéral par sa biréfringence $n_c - n_a$ et par l'angle 2V de ses axes optiques; taillons-le, sous une épaisseur donnée, de toutes les façons possibles, puis calculons les nombres relatifs des lames donnant des teintes comprises entre deux couleurs voisines de l'échelle de Newton.

PROBLÈME VII.

Un cristal de biréfringence 23 *et dont les axes optiques font entre eux un angle de* 90°, *est taillé dans une direction quelconque, sous l'épaisseur* 5. *On observe la lame, en lumière parallèle, entre les nicols croisés. On demande la probabilité pour que la teinte présentée par la lame soit comprise entre deux couleurs données, voisines dans l'échelle de Newton.*

Soient, comme précédemment, θ, θ' les angles que fait la normale à la lame avec les axes optiques; le retard, en lumière parallèle, sera

$$R = e(n_c - n_a) \sin\theta \sin\theta' = 115m,$$

en posant

$$\sin\theta \sin\theta' = m. \qquad (11)$$

(*) Nous verrons plus loin ce qui arrive lorsqu'on remplace l'observation de la teinte par la mesure exacte du retard.

A chaque valeur de m correspond un retard et par conséquent une certaine teinte, de façon que la ligne d'équation (11) tracée sur la sphère représentera le lieu des pôles des faces donnant une même teinte, teinte qui varie avec m. Soient (fig. 17) z une bissectrice, A, A′ les pôles des axes optiques. La courbe qui passe en a_2 a pour caractéristique

$$m = \cos^2 V = \frac{1}{2}$$

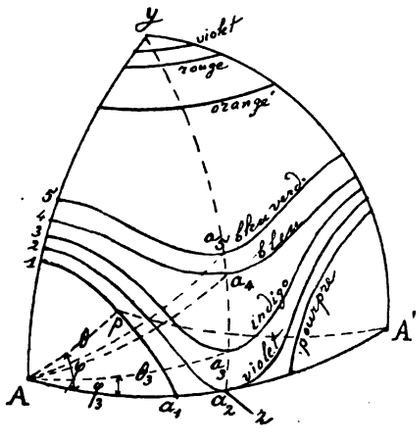


FIG. 17.

et correspond aux faces dont le retard est $R = \frac{115}{2} = 57{,}5$, c'est-à-dire aux faces se colorant en premier violet sensible. Calculons les caractéristiques des couleurs voisines de ce violet dans l'échelle de Newton; nous obtenons

Pourpre	$R = 56{,}5$,	$m = 0{,}4913043$,
Violet	$R = 57{,}5$,	$m = 0{,}5$;
Indigo	$R = 58{,}9$,	$m = 0{,}5121739$,
Bleu.	$R = 66{,}4$,	$m = 0{,}5773913$,
Bleu verdâtre.	$R = 72{,}8$,	$m = 0{,}6330435$.

Ces courbes sont désignées respectivement par 1, 2, 3, 4 et 5 dans la figure 17 (*). Tout pôle situé entre 1 et 2 représente une face donnant une teinte de polarisation comprise entre le pourpre et le violet, de sorte que pour avoir la probabilité d'apparition d'une telle teinte, il faut calculer la surface $a_1 1 2 a_2$, puis la diviser par la moitié de la surface du triangle trirectangle. De même l'aire $a_2 2 3 a_3$ nous donnera la probabilité d'apparition d'une teinte comprise entre le violet et l'indigo, et ainsi de suite.

Nous calculerons les aires $A1a_1$, $A2a_2$, $A3a_3a_2$, $A4a_4a_2$ et $A5a_5a_2$; en les soustrayant, nous obtiendrons les quantités demandées.

(*) Cette figure n'est qu'une vue approximative faite pour les besoins de la démonstration : en réalité, les courbes 1, 2, 3 coupent l'arc Ay en des points beaucoup plus rapprochés.

Aire A1a_1. — Soit p un point de la courbe; prenons comme coordonnées θ et l'angle φ que cet arc fait avec l'équateur AA'. Le triangle ApA' donne

$$\cos\theta' = \sin\theta\cos\varphi;$$

en outre

$$\sin\theta\sin\varphi' = m. \qquad (12)$$

En éliminant θ' entre ces relations, on aurait l'équation en φ et θ.

Si l'on désigne Aa_1 par θ_0 et A1 par θ_{90}, on a

$$\sin 2\theta_0 = m, \quad \theta_0 = 39^\circ\,38'\,58''$$
$$\sin\theta_{90} = m, \quad \theta_{90} = 29^\circ\,25'\,35''.$$

Marquons sur la courbe une suite de points dont les φ diffèrent entre eux de $\omega = \frac{2\pi}{n}$ et prenons comme élément de surface le secteur compris entre les θ de deux points consécutifs. Comme θ diminue d'une manière continue depuis θ_0 jusqu'à θ_{90}, on aura, en désignant par s_1, s_2 ... s_k les surfaces de ces secteurs,

$$\frac{4\pi}{n}\sin^2\tfrac{1}{2}\theta_\omega < s_1 < \frac{4\pi}{n}\sin^2\tfrac{1}{2}\theta_0$$
$$\frac{4\pi}{n}\sin^2\tfrac{1}{2}\theta_{2\omega} < s_2 < \frac{4\pi}{n}\sin^2\tfrac{1}{2}\theta_\omega$$
$$\cdots\cdots\cdots\cdots$$
$$\frac{4\pi}{n}\sin^2\tfrac{1}{2}\theta_{90} < s_k < \frac{4\pi}{n}\sin^2\tfrac{1}{2}\theta_{90-\omega};$$

et, en ajoutant

$$\frac{4\pi}{n}\sum_{\omega}^{90}\sin^2\tfrac{1}{2}\theta < S < \frac{4\pi}{n}\sum_{0}^{90-\omega}\sin^2\tfrac{1}{2}\theta;$$

puis

$$\frac{16}{n}\sum_{\omega}^{90}\sin^2\tfrac{1}{2}\theta < P < \frac{16}{n}\sum_{0}^{90-\omega}\sin^2\tfrac{1}{2}\theta. \qquad (13)$$

L'erreur commise satisfera évidemment à la relation :

$$E < \frac{16}{n}(\sin^2\tfrac{1}{2}\theta_0 - \sin^2\tfrac{1}{2}\theta_{90}). \qquad (14)$$

Si, par exemple, les φ consécutifs diffèrent de 5°, on aura, dans notre cas, $n = 72$ et $E < 0{,}011225$.

A l'aide des équations (12), on obtient

$\theta_0 = 39^\circ 38' 58''$	$\theta_{50} = 34^\circ 14' 9''$	$\theta_{60} = 30^\circ 31' 41''$
$\theta_5 = 39^\circ 16' 42''$	$\theta_{55} = 33^\circ 23' 48''$	$\theta_{65} = 30^\circ 11' 4''$
$\theta_{10} = 38^\circ 22' 59''$	$\theta_{40} = 32^\circ 39' 10''$	$\theta_{70} = 29^\circ 54' 29''$
$\theta_{15} = 37^\circ 17' 44''$	$\theta_{45} = 31^\circ 59' 58''$	$\theta_{75} = 29^\circ 41' 44''$
$\theta_{20} = 36^\circ 12' 2''$	$\theta_{50} = 31^\circ 25' 52''$	$\theta_{80} = 29^\circ 32' 44''$
$\theta_{25} = 35^\circ 10' 20''$	$\theta_{55} = 30^\circ 56' 32''$	$\theta_{85} = 29^\circ 27' 22''$;

puis la relation (13) donne

$$0{,}320775 < P_1 < 0{,}331958.$$

Il y aura donc environ 33 °/₀ *de sections montrant des teintes comprises entre le noir et le pourpre* 56,5.

Aire $A2a_2$. — On opérera comme pour la précédente; seulement, comme dans certaines régions la variation de θ est trop forte pour une variation de 5° attribuée à φ, on partagera en un plus grand nombre de parties et l'on appliquera les formules (13) (*) et (14) à chaque région séparément. On obtient :

φ	θ	φ	θ	φ	θ
0°	45°	22°	37° 5' 34''	45°	32° 45' 54''
2°	44° 2' 1''	24°	36° 35' 49''	50°	32° 8' 48''
4°	43° 7' 50''	26°	36° 7' 40''	55°	31° 37' 7''
6°	42° 17' 5''	28°	35° 41' 3''	60°	31° 10' 26''
8°	41° 29' 29''	30°	35° 15' 52''	70°	30° 30' 42''
10°	40° 44' 45''	32°	34° 52' 2''	80°	30° 7' 35''
12°	40° 2' 39''	34°	34° 29' 30''	90°	30°
14°	39° 23' 1''	36°	34° 8' 11''		
16°	38° 45' 38''	38°	33° 48' 1''		
18°	38° 10' 22''	40°	33° 28' 59''		
20°	37° 37' 3''				

$$E < \frac{4}{45}(\sin^2\tfrac{1}{2}\theta_0 - \sin^2\tfrac{1}{2}\theta_{40}) + \frac{2}{9}(\sin^2\tfrac{1}{2}\theta_{40} - \sin^2\tfrac{1}{2}\theta_{60}) + \frac{4}{9}(\sin^2\tfrac{1}{2}\theta_{60} - \sin^2\tfrac{1}{2}\theta_{90})$$

ou

$$E < 0{,}0103532;$$

$$P \text{ (par excès)} = \frac{4}{45}\sum_0^{36}\sin^2\tfrac{1}{2}\theta + \frac{2}{9}\sum_{40}^{56}\sin^2\tfrac{1}{2}\theta + \frac{4}{9}\sum_{60}^{90}\sin^2\tfrac{1}{2}\theta,$$

$$0{,}345987 < P_2 < 0{,}356340.$$

(*) Dans ce cas, comme $m = \frac{1}{2}$, l'équation de la courbe se simplifie et devient

$$\sin\theta = \frac{1}{2\sin\left(45^\circ + \frac{\varphi}{2}\right)}.$$

Il y a donc environ 35 °/₀ *de sections qui montreront des teintes comprises entre le noir et le violet sensible* 57,5 (voir Note V).

Aire $A3a_3a_2$. — On la décomposera en deux, en traçant l'arc de grand cercle θ_3 : le secteur $A3a_3$ dont l'aire se calcule comme précédemment et le triangle sphérique Aa_3a_2.

L'aire du triangle se trouve aisément : en désignant ya_3 par μ_1, on a :

$$\sin^2 \mu_1 = \frac{1-m}{\cos^2 V} = 2(1-m);$$

on en déduit les deux angles aigus

$$\sin \varphi_3 = \sqrt{\frac{2m-1}{m}}, \quad \sin a_3 = \frac{1}{\sqrt{2m}},$$

puis l'aire

$$A = \arcsin \frac{1}{\sqrt{2m}} - \arcsin \sqrt{\frac{1-m}{m}}$$

et enfin la probabilité; dans notre cas $p = 0{,}0827716$. On obtient aussi $\varphi_3 = 12° 35' 37''$.

Quant au calcul du secteur, qui s'étend depuis $\varphi = \varphi_3$ jusqu'à $\varphi = 90°$, on a

φ	θ	φ	θ	φ	θ
12° 35′ 37″	45° 41′ 58″	30°	36° 48′ 29″	60°	32° 5′ 26″
14°	43° 25′ 48″	32°	36° 19′ 20″	65°	31° 41′ 14″
16°	41° 56′ 28″	34°	35° 52′ 14″	70°	31° 21′ 54″
18°	40° 51′ 50″	36°	35° 26′ 58″	75°	31° 7′ 9″
20°	39° 58′ 36″	38°	35° 3′ 21″	80°	30° 56′ 45″
22°	39° 12′ 25″	40°	34° 41′ 16″	85°	30° 50′ 34″
24°	38° 31′ 17″	45°	33° 52′	90°	30° 48′ 31″
26°	37° 54′ 2″	50°	33° 10′ 12″		
28°	37° 19′ 55″	55°	32° 34′ 55″		

En calculant à part l'aire du petit segment compris entre 12° 35′ 37″ et 14°, on obtient une probabilité de 0,0094252 avec une erreur plus petite que 0,0008686. Pour le reste du segment, on obtient une probabi-

lité (par excès) de 0,2966293 avec une erreur plus petite que 0,00833754, et, en définitive,

$$0{,}37962 < P_3 < 0{,}3888261,$$

c'est-à-dire 38 °/₀ *environ de sections montrant des teintes comprises entre le noir et l'indigo* 58,9.

Aires $A4a_4a_2$ et $A5a_5a_2$. — Le calcul est identique au précédent.
On obtient pour le triangle Aa_4a_2, $p = 0{,}2156914$, $\varphi_4 = 31° 10' 55''$,

φ	θ	φ	θ	φ	θ
31° 10′ 55″	49° 27′ 8″	40°	42° 24′ 7″	65°	36° 37′ 55″
32°	48° 7′ 53″	42°	41° 35′ 15″	70°	36° 7′ 17″
33°	46° 56′ 17″	44°	40° 52′ 41″	75°	35° 44′ 23″
34°	45° 59′ 31″	46°	40° 15′ 2″	80°	35° 28′ 30″
35°	45° 11′ 56″	48°	39° 41′ 26″	85°	35° 19′ 8″
36°	44° 30′ 42″	50°	39° 11′ 13″	90°	35° 16′ 2″
37°	43° 54′ 12″	55°	38° 7′ 36″		
38°	43° 21′ 22″	60°	37° 17′ 30″		

$$E < 0{,}0083719 \qquad 0{,}497334 < P_4 < 0{,}5057059.$$

Pour le triangle Aa_5a_2, $p = 0{,}2917593$, $\varphi_5 = 40° 24' 56''$,

φ	θ	φ	θ	φ	θ
40° 24′ 56″	52° 42′ 57″	49°	45° 50′ 58″	66°	41° 3′ 58″
41°	51° 52′ 54″	50°	45° 23′ 46″	68°	40° 45′ 30″
42°	50° 41′ 31″	52°	44° 35′ 13″	70°	40° 29′ 7″
43°	49° 42′ 26″	54°	43° 53′	75°	39° 56′ 19″
44°	48° 51′ 51″	56°	43° 15′ 55″	80°	39° 33′ 54″
45°	48° 7′ 34″	58°	42° 43′ 6″	85°	39° 20′ 48″
46°	47° 28′ 11″	60°	42° 13′ 56″	90°	39° 16′ 30″
47°	46° 52′ 43″	62°	41° 47′ 55″		
48°	46° 20′ 29″	64°	41° 24′ 41″		

$$E < 0{,}0061357,$$
$$0{,}5792412 < P_5 < 0{,}5853769.$$

Ainsi il y aura environ 50 °/₀ *de lames présentant des teintes comprises entre le noir et le bleu* 66,4 *et* 58 °/₀ *montrant des teintes comprises entre le noir et le bleu verdâtre* 72,8.

Si nous rapprochons les résultats obtenus, nous voyons que parmi les teintes observées, sur 100 lames,

2	seront comprises entre	le *pourpre* et le *violet*;
3	»	le *violet* et l'*indigo*;
12	»	l'*indigo* et le *bleu*;
8	»	le *bleu* et le *bleu verdâtre*.

A présent, si pendant l'observation chaque teinte a été ramenée, comme le fait l'auteur, à celle dont elle s'approche le plus dans l'échelle de Newton, et que nous supposons que dans une zone on ait ramené la moitié (*) des pôles à chaque couleur qui la limite, nous obtenons

Sur 100 lames	*violet*	2,5
	indigo	7,5
	bleu	8.

On voit que non seulement le nombre de lames se colorant en violet est très petit, mais qu'en outre il est bien inférieur à celui des lames se colorant en bleu ou en indigo. *Or, la teinte qui correspond à* $R\cos^2 V$ *est le violet et, pour pouvoir appliquer la méthode que nous examinons, c'est elle que l'on devrait rencontrer le plus souvent.*

Il y a plus : si l'on cherche la probabilité d'apparition du second violet 112,8, on trouve, à peu de chose près, le même nombre que pour le premier violet. On peut calculer beaucoup plus rapidement les probabilités d'apparition des couleurs correspondant à des caractéristiques voisines de l'unité, parce que les courbes se rapprochent beaucoup de cercles décrits avec y comme pôle. Si l'on désigne par μ la distance angulaire de y à un point de la courbe, cette quantité est susceptible d'un *maximum* et d'un *minimum* donnés respectivement par

$$\left.\begin{aligned} \sin^2\mu_1 &= 2(1-m), \\ \cos\mu_2 &= m; \end{aligned}\right\} \qquad (15)$$

le point *maximum* se trouve sur le cercle ya_2, le *minimum* sur yA.

(*) Le nombre de plages violettes obtenues par le calcul, dans cette hypothèse, est évidemment supérieur à celui que l'on obtiendrait en réalité.

Il suit de là que l'aire de la partie de la sphère, qui s'étend depuis l'équateur jusqu'à la courbe d'égale caractéristique dont il s'agit, est comprise entre les aires de deux zones ayant respectivement pour hauteur $\cos \mu_1$ et $\cos \mu_2$; on a donc, si P est la probabilité,

$$\cos \mu_1 < P < \cos \mu_2.$$

Si l'on veut que cette formule donne P à 1 °/₀ près, il suffit de poser

$$\cos \mu_2 - \cos \mu_1 < \frac{1}{100},$$

ou à cause de (15)

$$m^2 - 2{,}02m + 1{,}0001 < 0,$$

c'est-à-dire

$$0{,}8686 < m < 1{,}1514.$$

Donc, *à partir de* $m = 0{,}8686$, *on peut dire que la valeur de* $\cos \mu_2$ *ou* m *représente la probabilité avec une approximation de* 1 °/₀. Dans notre cas la caractéristique indiquée ci-dessus correspond à un retard de $0{,}8686 \times 115 = 99{,}889$; la propriété peut donc être appliquée à partir de l'orangé rouge vif du deuxième ordre. On obtient :

R = 99,8,	orangé rouge vif	$m = 0{,}8678$,	P = 87 °/₀
R = 110,1,	rouge violacé foncé. . . .	$m = 0{,}9574$,	P = 96 °/₀
R = 112,8,	violet clair	$m = 0{,}9809$,	P = 98 °/₀
R = 115,	indigo.	$m = 1$,	P = 100 °/₀.

Il y aura donc 2 lames °/₀ qui seront ramenées au second violet et il y en avait 2,5 ramenées au premier.

Ce que la méthode devient lorsqu'il s'agit de microlites.

La méthode de recherche que nous examinons est entachée d'erreur dans le principe même lorsqu'il s'agit de microlites : effectivement, dans ce cas, ce ne sont *pas toutes les orientations possibles que la préparation nous présente, mais bien seulement les sections passant sensiblement par la direction d'allongement des microlites, les autres sections n'étant pas observables.* Ainsi, dans le cas de microlites feldspathiques allongés suivant l'arête pg^1,

les sections que l'on observe sont seulement celles qui appartiennent à la zone pg^1; par conséquent la question se ramène au problème VI. On peut voir, en prenant comme exemple le corps traité ci-dessus et auquel se rapporte la figure 17, la différence très grande qu'il y a entre les deux façons d'envisager le problème : Supposons que la zone d'allongement des microlites soit ya_2; on voit qu'il n'y a plus de probabilité d'apparition des couleurs du premier ordre jusqu'au violet sensible 57,5, que les teintes comprises entre le violet et l'indigo, l'indigo et le bleu, le bleu et le bleu verdâtre, *ont respectivement pour probabilité d'apparition le rapport de la longueur des arcs* a_2a_3, a_3a_4, a_4a_5 à la longueur du quadrant; ces arcs sont respectivement de 8° 58′ 37″, 14° 11′ 27″, 7° 53′ 8″ et les probabilités pour cent de 9,97, 15,77 et 8,76. On voit que sur 100 microlites il y en aura approximativement 5 se colorant en violet, 13 en indigo et 12 en bleu (*).

Ce que devient la méthode lorsque, au lieu d'observer les teintes de polarisation, on mesure les retards des différentes sections.

Si l'on mesurait les retards *exactement,* la méthode serait illusoire, car les plages de retard $R\cos^2 V$, tout en ayant une grande probabilité d'apparition par rapport aux plages donnant un autre retard déterminé, ont une *probabilité d'apparition nulle,* si l'on considère la *totalité* des plages. Il faut donc recourir à l'observation de retards approximatifs; pour résoudre le problème, il faudrait ranger tous les retards observés en catégories différant entre elles de r :

$$0, \quad r, \quad 2r \ldots R;$$

puis tracer les courbes de caractéristique

$$0, \quad \frac{r}{R}, \quad \frac{2r}{R} \ldots 1;$$

ensuite chercher la surface de la sphère comprise entre deux courbes voisines quelconques; enfin déterminer le *maximum* de cette surface; le retard moyen de la zone à surface maxima serait une fonction de la biréfringence et de l'angle des axes optiques : la première étant connue, on en déduirait le second.

(*) Il faut en outre supposer que le microlite occupe toute l'épaisseur de la préparation.

Mais il ne faut pas se cacher que la méthode ne donnera que des résultats illusoires ou d'une approximation insuffisante; parce que l'on doit remplir deux conditions impossibles à concilier :

a) Si l'on donne à r une petite valeur, l'angle des axes serait obtenu avec beaucoup d'approximation, si le peu de largeur de la zone à rechercher ne faisait que la fréquence des plages qui y appartiennent est très petite relativement au nombre total de plages;

b) Si, au contraire, on donne à r une valeur considérable, on aura de larges zones, dont la fréquence est représentée par des chiffres abordables en pratique, mais l'angle des axes que l'on déduirait de l'observation ne serait obtenu qu'avec une approximation insuffisante.

On peut se faire une idée de la valeur à donner à r, pour que l'angle des axes soit approché à 2α degrés près, de la manière suivante : *admettons que le retard le plus fréquent soit* $\mathrm{R}\cos^2\mathrm{V}$; la ligne de caractéristique $\cos^2\mathrm{V}$ est comprise entre deux lignes ayant respectivement pour caractéristiques $\cos^2\left(\mathrm{V}-\frac{\alpha}{2}\right)$ et $\cos^2\left(\mathrm{V}+\frac{\alpha}{2}\right)$; si l'on prenait successivement les retards correspondant à ces lignes comme étant le retard le plus fréquent, on obtiendrait pour le demi-angle des axes des valeurs différant entre elles de α degrés; si donc R'' est le retard en un point quelconque de la zone limitée par ces lignes, la formule $\cos^2\mathrm{V}=\frac{\mathrm{R}''}{\mathrm{R}}$ donnera V à moins de α° près. Ainsi, on arrivera au résultat demandé en groupant tous les retards en catégories différant entre elles de

$$r=\mathrm{R}\left[\cos^2\left(\mathrm{V}-\frac{\alpha}{2}\right)-\cos^2\left(\mathrm{V}+\frac{\alpha}{2}\right)\right]=\mathrm{R}\sin 2\mathrm{V}\sin\alpha\ (*). \qquad (16)$$

Voici deux exemples :

a) On donne (voir p. 39) : $n_c-n_a=23$, $2\mathrm{V}=90^\circ$, $e=5$; quelle est la fréquence des lames pouvant donner l'angle des axes à moins de 2 degrés près?

La formule (16) donne

$$r=115\sin 1^\circ=2.$$

(*) On pourra prendre aussi $r=\mathrm{R}\sin\alpha$.

Le retard le plus fréquent étant 57,5, ce dernier devrait être cherché dans la zone limitée par les courbes de retard 56,5 et 58,5; or, d'après les calculs faits précédemment, les faces ayant leurs pôles dans cette zone *ont une probabilité d'apparition d'environ* 5 %.

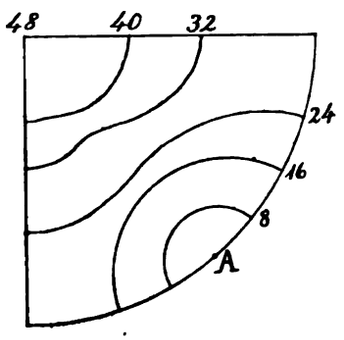


Fig. 18.

b) *Labrador* (*). $n_c - n_a = 8$, $2V = 81°$, $e = 6$, $R = 48$; quelle est la fréquence des lames pouvant donner l'angle des axes à moins de 20 degrés près?

La formule (16) donne

$$r = 8{,}23.$$

Considérons les lignes de retard

8, 16, 24, 32, 40, 48,

c'est-à-dire de caractéristique

$$\frac{1}{6},\ \frac{1}{3},\ \frac{1}{2},\ \frac{2}{3},\ \frac{5}{6},\ 1 \quad \text{(fig. 18)}.$$

En calculant les probabilités d'apparition des différents retards, on obtient:

De 0 à 8	3	lames sur 100 (**)
De 8 à 16	10	»
De 16 à 24	22	»
De 24 à 32	27	»
De 32 à 40	20	»
De 40 à 48	18	»

Le retard $R \cos^2 V = 27{,}75$ se trouve bien dans la zone de plus grande fréquence; si cette propriété était généralisée, la méthode pourrait peut-être donner une idée approximative de l'angle des axes; cependant on peut observer que le chiffre 27 de plus grande fréquence se rapproche un peu trop de 22 et de 20, pour qu'il ne puisse y avoir de doute dans une observation faite sur un nombre de lames nécessairement limité.

(*) C'est à peu près l'exemple traité par M. Vallerant par l'examen de la fréquence des différentes teintes de polarisation.

(**) Ces chiffres ne sont qu'approximatifs.

NOTE I.

Chercher la surface comprise sur la sphère entre un arc de grand cercle et deux parallèles égaux, qui lui sont perpendiculaires. On donne l'angle 2V *des deux parallèles et leur intervalle* φ.

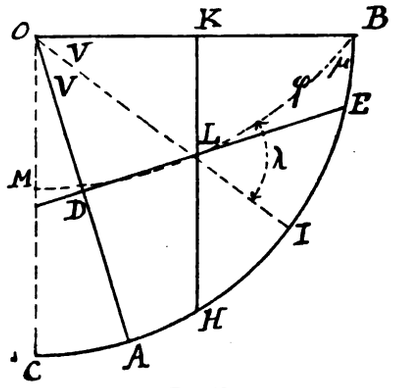


Fig. 19.

Prenons pour plan de la figure le plan du grand cercle. Soient (fig. 19) A, B les pôles des deux parallèles DE, HK; traçons le grand cercle OC perpendiculaire à la droite OB, puis les grands cercles BLM, OLI; soit S la surface à calculer. On a

$$\frac{S}{2} = \text{LHI} = \text{Quadr. sphérique MLIC} - \text{Segm. de zone (*) MLHC.}$$

Or :

$$\text{MLIC} = \frac{\pi}{2} - \lambda, \quad \text{MLHC} = \mu \cos \varphi.$$

Le triangle BLI donne

$$\sin V = \sin \varphi \sin \lambda, \quad \operatorname{tg} V = \operatorname{tg} \varphi \cos \mu,$$

d'où :

$$\frac{\pi}{2} - \lambda = \arccos \frac{\sin V}{\sin \varphi}, \quad \mu = \arccos \frac{\operatorname{tg} V}{\operatorname{tg} \varphi}.$$

En remplaçant ces quantités par leurs valeurs, on obtient

$$S = 2\left(\arccos \frac{\sin V}{\sin \varphi} - \cos \varphi \arccos \frac{\operatorname{tg} V}{\operatorname{tg} \varphi}\right).$$

(*) Nous appelons *segment de zone*, la partie de la zone comprise entre deux grands cercles passant par son axe.

NOTE II.

Chercher la surface de la sphère comprise entre deux grands cercles et un petit cercle parallèle à leur intersection.

Prenons pour plan du dessin (fig. 20) un plan perpendiculaire à l'intersection C des deux grands cercles CD, CE; soit P le pôle du petit cercle HK, dont l'intervalle est γ; donnons-nous $PD = \alpha$, $PE = \beta$. Traçons les arcs de grand cercle PA, PB, PC. En désignant par Q la surface du quadrilatère sphérique CBPA et par F celle du segment de zone PBA, on a

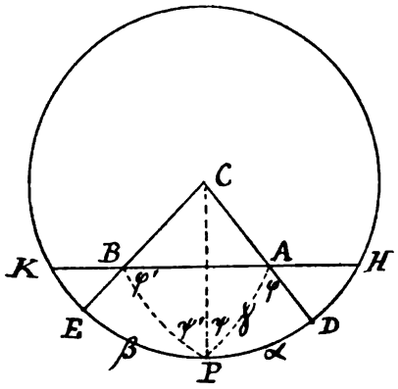


FIG 20.

$$S = Q - F, \quad Q = \alpha + \beta + \psi + \psi' - (\varphi + \varphi'),$$
$$F = (\psi + \psi')(1 - \cos\gamma);$$

puis

$$S = \alpha + \beta + \cos\gamma\,(\psi + \psi') - (\varphi + \varphi').$$

Les angles φ, ψ, φ', ψ' se calculent dans les triangles PAD, PBE; on a

$$\varphi = \arcsin\frac{\sin\alpha}{\sin\gamma}, \quad \psi = \arcsin\frac{\operatorname{tg}\alpha}{\operatorname{tg}\gamma}, \text{ etc.}$$

puis

$$S = \alpha + \beta + \cos\gamma\left(\arcsin\frac{\operatorname{tg}\alpha}{\operatorname{tg}\gamma} + \arcsin\frac{\operatorname{tg}\beta}{\operatorname{tg}\gamma}\right) - \left(\arcsin\frac{\sin\alpha}{\sin\gamma} + \arcsin\frac{\sin\beta}{\sin\gamma}\right).$$

NOTE III.

Chercher la surface de la sphère comprise entre deux petits cercles dont les plans sont perpendiculaires. On donne les intervalles δ, γ des petits cercles.

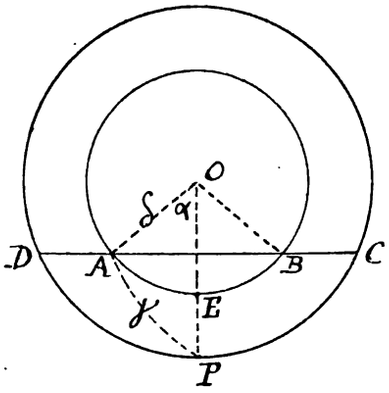


FIG. 21.

Prenons pour plan de la figure (fig. 21) le grand cercle parallèle à l'un des petits cercles AEB; soit CD l'autre petit cercle dont le pôle est P. Traçons les arcs de grand cercle OA, OB, OP, PA. En désignant par F la surface du segment de zone OAEB, par s la surface qui se projette en AOB et par α l'angle auxiliaire AOP, on a

$$S = F - s.$$

Or

$$F = 2\alpha(1 - \cos\delta), \quad (*)\ s = 2\left(\alpha + \cos\gamma \arcsin\frac{\operatorname{tg}\alpha}{\operatorname{tg}\gamma} - \arcsin\frac{\sin\alpha}{\sin\gamma}\right);$$

donc

$$S = 2\left(\arcsin\frac{\sin\alpha}{\sin\gamma} - \cos\gamma \arcsin\frac{\operatorname{tg}\alpha}{\operatorname{tg}\gamma} - \alpha\cos\delta\right).$$

Le triangle PAO donne

$$\cos\alpha = \frac{\cos\gamma}{\sin\delta},$$

puis

$$\arcsin\frac{\sin\alpha}{\sin\gamma} = \arccos(\cot\delta\cot\gamma), \qquad \arcsin\frac{\operatorname{tg}\alpha}{\operatorname{tg}\gamma} = \arccos\frac{\cos\delta}{\sin\gamma};$$

donc enfin

$$S = 2\left\{\arccos(\cot\delta\cot\gamma) - \cos\gamma \arccos\frac{\cos\delta}{\sin\gamma} - \cos\delta \arccos\frac{\cos\gamma}{\sin\delta}\right\}.$$

(*) Voir Note II.

NOTE IV.

Comme, lorsque m augmente, μ_1, μ_2 et μ_3 décroissent en même temps que α, la plus petite valeur de $\mu + \alpha$ correspondra à la plus petite valeur de m, et l'enveloppe inférieure la plus basse sera celle qui correspond à m_1, c'est-à-dire (fig. 15) QQ'.

Quant à l'enveloppe supérieure la plus haute, il n'est pas possible de l'indiquer *a priori*, car on ne sait si $yn = \mu - \alpha$ augmente ou diminue lorsque m augmente. Pour démontrer la propriété, il faudrait faire voir que lorsque m augmente, un point quelconque n de l'enveloppe PP' descend. Mais il suffira de démontrer la propriété pour un point particulier, par exemple pour le point *minimum*. En effet : il est d'abord évident que deux courbes d'égale caractéristique voisines n'ont pas de point commun et que celle dont la caractéristique est la plus petite est tout entière située en dessous de l'autre : il en sera de même des courbes enveloppes, étant donné la façon dont elles ont été construites. Si donc un point d'une certaine enveloppe est situé au-dessus du point homologue de l'enveloppe voisine, il en sera de même pour la courbe tout entière.

Pour le point *minimum* on a

$$\cos \mu_3 = \frac{m}{\sin 2V}.$$

Posons

$$y = \mu_3 - \alpha = \arccos \frac{m}{\sin 2V} - \arccos (km).$$

La dérivée première de cette fonction peut s'écrire

$$y' = \frac{k}{\sqrt{1 - k^2 m^2}} - \frac{k}{\sqrt{k^2 \sin^2 2V - k^2 m^2}}.$$

Or, par hypothèse, $\sin^2 V > \frac{1}{k}$ et, *a fortiori* (*) $\sin 2V > \frac{1}{k}$; donc $y' > 0$, et par conséquent y croît avec m.

(*) On a $\sin 2V > 2 \sin^2 V$, si $\operatorname{tg} V < 2$; or $V < 45°$.

NOTE V.

Dans le cas particulier où $m = \frac{1}{2}$, l'aire comprise sur la sphère entre la courbe d'égale caractéristique et le plan des axes optiques peut être obtenue exactement :

Soit $f(\theta, \theta_1) = 0$ l'équation bipolaire d'une courbe tracée sur la surface de la sphère, les pôles étant deux points A, A′ de cette surface; soit 2V la grandeur de l'arc AA′. En désignant par λ et μ la longitude et la collatitude d'un point de la courbe, comptées respectivement à partir du point milieu de AA′ et du pôle de cet arc, on trouve pour la mesure de l'élément de surface compris entre la courbe, le grand cercle AA′ et deux méridiens :

$$dS = \cos\mu\, d\lambda,$$

l'unité de surface étant celle du triangle trirectangle.

Comme

$$\cos\theta = \sin\mu\cos(V - \lambda),$$
$$\cos\theta_1 = \sin\mu\cos(V + \lambda),$$

il vient :

$$dS = \frac{(\cos\theta\sin\theta_1 d\theta_1 - \cos\theta_1\sin\theta d\theta)\sqrt{\sin^2 2V + 2\cos\theta\cos\theta_1\cos 2V - \cos^2\theta - \cos^2\theta_1}}{\cos^2\theta + \cos^2\theta_1 - 2\cos\theta\cos\theta_1\cos 2V}.$$

Dans le cas d'une courbe d'égale caractéristique dont l'équation est

$$\sin\theta\sin\theta_1 = m,$$

la formule ci-dessus devient

$$dS = \frac{\sin^4\theta - 2m^2\sin^2\theta + m^2}{\sin\theta\sqrt{\sin^2\theta - m^2}} \cdot \frac{\sqrt{\sin 2\theta\cos 2V\sqrt{\sin^2\theta - m^2} + m^2 - \sin^2\theta(\cos^2\theta + \cos^2 2V)}}{m^2 - (1 + \cos^2\theta)\sin^2\theta + \sin 2\theta\cos 2V\sqrt{\sin^2\theta - m^2}} \cdot d\theta$$

et, si $2V = 90^\circ$,

$$dS = \frac{\sin^4\theta - 2m^2\sin^2\theta + m^2}{\sin\theta\sqrt{\sin^2\theta - m^2}} \cdot \frac{\sqrt{\sin^4\theta - \sin^2\theta + m^2}}{m^2 - (1 + \cos^2\theta)\sin^2\theta} \cdot d\theta.$$

On voit que, si $m = \frac{1}{2}$, l'un des radicaux disparaît et l'on pourra intégrer; on obtient :

$$(*)\ S = \int_{\theta=15^\circ}^{\theta=30^\circ} \frac{\left(\sin^4\theta - \frac{1}{2}\sin^2\theta + \frac{1}{4}\right)\left(\frac{1}{2} - \sin^2\theta\right)}{\sin\theta\sqrt{\sin^2\theta - \frac{1}{4}\left(\sin^4\theta - 2\sin^2\theta + \frac{1}{4}\right)}}\, d\theta$$

$$= \left\{ \operatorname{arctg} \cdot \frac{\cos\theta\sqrt{3 - 4\cos^2\theta}\,(3 - 2\cos^2\theta)}{4\cos^4\theta + 6\cos^2\theta - 9} \right\}_{\theta=45^\circ}^{\theta=30^\circ},$$

puis

$$S = \operatorname{arctg} \cdot \frac{\sqrt{2}}{5}.$$

En désignant par T la surface du triangle trirectangle, on a pour la probabilité

$$P = \frac{2S}{T} = \frac{4 \operatorname{arctg} \frac{\sqrt{2}}{5}}{\pi} = 0{,}350959.$$

(*) S représente ici l'aire $A2a_1$ de la figure 17.

MAGNÉTISME TERRESTRE

LA DÉCLINAISON D'UNE BOUSSOLE, LIBRE ET A L'ÉTAT STATIQUE, EST-ELLE INDÉPENDANTE DE SON MOMENT MAGNÉTIQUE?

OBSERVATIONS DE DÉCLINOMÈTRES A MOMENTS DIFFÉRENTS

PAR

Ch. LAGRANGE

MEMBRE DE L'ACADÉMIE ROYALE DE BELGIQUE
PROFESSEUR A L'ÉCOLE MILITAIRE, ASTRONOME A L'OBSERVATOIRE

(Présenté à la Classe des sciences dans la séance du 1er janvier 1895.)

MAGNÉTISME TERRESTRE

LA DÉCLINAISON D'UNE BOUSSOLE, LIBRE ET A L'ÉTAT STATIQUE, EST-ELLE INDÉPENDANTE DE SON MOMENT MAGNÉTIQUE?

1. Dans la théorie actuelle du magnétisme terrestre, on regarde, avec Gauss, la terre comme un aimant dont chaque point agit à distance suivant la loi élémentaire de la molécule magnétique. Un nombre limité d'observations suffit pour déterminer les constantes utiles du potentiel, et par conséquent pour faire connaître l'intensité et la direction du champ magnétique sur toute la terre.

2. La déclinaison est l'angle que fait avec le méridien la projection sur l'horizon de la tangente à la ligne de force. Le champ varie; il s'agit donc d'un état dynamique et du champ et de l'aimant soumis à son influence; en toute rigueur, il faudrait donc tenir compte de l'angle qui existe, généralement, en vertu de la vitesse acquise par l'aimant, entre son axe magnétique et le méridien magnétique. Il se peut cependant que la vitesse angulaire de la ligne de force soit assez faible pour que, sans erreur sensible, on puisse considérer cet axe et ce méridien comme toujours en coïncidence.

Or, c'est ce qui a effectivement lieu. On s'en rend compte en évaluant l'effet du déplacement du champ sur un aimant horizontal, idéalement libre, soumis à une oscillation du méridien magnétique.

Soient : ξ l'angle que fait ce méridien avec un méridien fixe très voisin, de manière que ξ sera toujours très petit; x, l'angle de l'axe magnétique de l'aimant avec le méridien fixe. I étant le moment d'inertie; μ, le

moment magnétique de l'aimant; H, l'intensité horizontale; on a l'équation

$$(1) \quad \frac{d^2x}{dt^2} = \frac{H\mu}{I} \sin(\xi - x),$$

ou, ξ et x étant très petits,

$$(2) \quad \frac{d^2x}{dt^2} + \frac{H\mu}{I} x = \frac{H\mu}{I} \xi.$$

On se propose d'examiner l'effet du déplacement du champ; on peut donc prendre H constante. Soit alors

$$(3) \quad \xi = k \sin \alpha t,$$

k et α étant deux constantes, une oscillation du méridien magnétique. L'équation (2) aura pour intégrale générale

$$(4) \quad x = A \cos\left(\sqrt{\frac{H\mu}{I}}\, t + a\right) + \frac{k \sin \alpha t}{1 - \frac{\alpha^2}{\frac{H\mu}{I}}},$$

A et a étant des constantes arbitraires.

Le premier terme du second membre représente les oscillations de l'aimant abandonné à lui-même autour d'un méridien magnétique fixe. Ce sont les oscillations que l'on mesure lors de la détermination de l'intensité horizontale du magnétisme. On peut faire ici abstraction de ces oscillations, ce qui revient à supposer la constante $A = 0$. Le second terme exprime le mouvement de l'axe magnétique dû au déplacement du champ.

Désignons par θ le temps d'une oscillation entière du méridien mobile, par T le temps d'une oscillation entière de l'aimant autour d'un méridien magnétique fixe. Nous aurons évidemment

$$\frac{\alpha^2}{\frac{H\mu}{I}} = \frac{T^2}{\theta^2},$$

et on pourra écrire, en négligeant les puissances supérieures de $\frac{T^2}{\theta^2}$,

$$(5) \quad x - \xi = \xi \left(\frac{T}{\theta}\right)^2.$$

Cette formule exprime l'angle dont l'axe magnétique s'écarte du méridien magnétique par l'effet du déplacement du champ. On voit que, pour ξ donné, $x - \xi$ est d'autant plus faible que θ est plus grand. Considérons donc, pour évaluer l'ordre de grandeur que pourrait atteindre $x - \xi$, la période diurne, période régulière la plus courte du magnétisme. En prenant pour unité de temps la seconde, on aura $\theta = 86400$; et, pour les différents appareils magnétiques I, II, III, IV dont nous ferons plus loin usage (le premier, I, est l'enregistreur magnétique de l'Observatoire), les valeurs de $x - \xi$ seront respectivement

$$\xi \times 0{,}00000005$$

$$\xi \times 0{,}000001$$

$$\xi \times 0{,}000001$$

$$\xi \times 0{,}000002;$$

ces écarts, même pour une valeur inusitée $\xi = 10'$ (ce qui correspondrait à une variation diurne de $20'$), sont absolument insensibles. A plus forte raison en est-il ainsi dans les périodes du magnétisme qui embrassent plusieurs jours.

Prenons maintenant le cas d'une période extrêmement courte, celle d'une perturbation où, en 10^{min}, la déclinaison varierait de $40'$. On aura ici $\theta = 1200$, et l'écart le plus fort (celui donné par l'appareil IV) sera $0',2$. Ainsi, même dans ce cas (cas exceptionnel, comme on en peut juger par les feuilles de l'enregistreur photographique), la différence ne ferait pas varier la minute d'arc.

Il résulte de là qu'on peut, en toute sécurité, considérer la position de l'axe magnétique comme identique avec celle du méridien magnétique. La formule (5) vérifiera dans chaque cas la condition suffisante pour que cette supposition soit légitime. On remarquera d'ailleurs que cette condition *suffisante* est *surabondante,* et de beaucoup. En effet, considérer la différence $x - \xi$ comme nulle revient à négliger la vitesse qu'acquiert le barreau aimanté par le fait du mouvement du méridien; or, si, comme on vient de le voir dans le cas idéal d'un barreau libre, cette vitesse et les écarts qui en proviennent sont négligeables, à plus forte raison en est-il ainsi (sans même

faire intervenir un frottement magnétique) si l'on tient compte des réactions dues à la suspension, du frottement et de la résistance de l'air, qui, l'expérience le prouve, détruisent en les réduisant progressivement les oscillations des barreaux.

3. L'interprétation de la formule (4) est intéressante. Elle montre que, dans le phénomène d'entrainement de l'aimant par le méridien mobile, tout dépend du rapport entre les durées des deux genres d'oscillations suivants : 1° oscillations propres à l'aimant, autour du méridien supposé fixe; 2° oscillations propres au méridien lui-même, autour d'une position moyenne. Supposons l'oscillation propre de l'aimant plus rapide que celle du méridien; alors l'axe magnétique accompagne le méridien en oscillant autour de lui; il atteint en même temps que le méridien une élongation maximum de même sens, mais plus grande, et rétrograde ensuite avec lui. Quand, au contraire, l'oscillation propre de l'aimant est, dans un rapport suffisant, moins rapide que celle du méridien, l'oscillation de l'axe magnétique, dépendante de celle du méridien, a moins d'amplitude que cette dernière et se fait en sens contraires; alors, pour une oscillation donnée du méridien, celle de l'aimant diminue de plus en plus à mesure que le moment magnétique diminue ou que le moment d'inertie augmente; elle s'annule pour un moment magnétique nul ou un moment d'inertie infini. Entre les deux cas opposés que nous venons d'examiner, savoir l'oscillation de l'aimant respectivement plus rapide ou moins rapide que celle du méridien, se présente le cas particulier de l'égalité de durée de ces deux genres d'oscillations. Le calcul de l'intégrale générale de l'équation du mouvement montre aisément qu'alors la formule (4) ne s'applique plus. Nous ne nous arrêterons pas à traiter à nouveau ce cas spécial, les faits d'observation dont nous aurons à nous occuper se rapportant au premier des deux cas généraux ci-dessus mentionnés.

4. Des considérations précédentes résulte, dans la théorie de Gauss, une importante conséquence : c'est qu'en un même lieu la direction de l'axe magnétique d'un aimant libre est indépendante de son moment magnétique, ou, en d'autres termes, que tous les déclinomètres doivent y renseigner la même déclinaison.

Or, cette conséquence ne paraît nullement vérifiée par l'expérience. Les observations que je vais présenter ont pour objet de mettre ce désaccord en évidence; le résultat général qui s'en dégagera se résume dans la proposition suivante : *La diminution du moment magnétique amplifie les mouvements du magnétisme.*

5. Avant de passer à l'examen des diagrammes, faisons une remarque utile, concernant l'effet de la torsion du fil de suspension de l'aimant; cette remarque, c'est que l'existence de la torsion constitue, pour la démonstration de la proposition précédente, non pas un obstacle, mais bien plutôt un argument *a fortiori*. En effet, le barreau magnétique est en équilibre sous l'action de la force magnétique et de la force de torsion du fil de suspension. f étant la constante du moment de torsion, on aura, en comptant les angles x et ξ à partir de la position de détorsion du fil,

$$(6) \quad \ldots\ldots\ldots \quad -f\sin x + H\mu\sin(\xi - x) = 0,$$

ou, les angles étant petits,

$$(7) \quad \ldots\ldots\ldots \quad x = \xi\frac{1}{1+\frac{f}{H\mu}}.$$

Toutes les variations du méridien magnétique doivent être réduites par l'effet de f. (Elles doivent même l'être d'autant plus que μ est plus petit.) Si donc un appareil, malgré la torsion de son fil de suspension, présente déjà des mouvements amplifiés, à plus forte raison devra-t-on conclure à l'amplification de ses mouvements dans le cas d'un fil absolument sans torsion. Nos appareils ont été placés, pour la position de détorsion, dans le méridien magnétique.

6. (Fig. 1.) Nous commencerons par comparer la marche des deux appareils désignés sur le diagramme par I et II et dont les indications sont renseignées dans les colonnes I, II du tableau I.

TABLEAU I.

Dates.	1893								
	OCTOBRE.			NOVEMBRE.			DÉCEMBRE.		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III
	14° +			14° +	x +	D	14° +	x +	D
1	»	»	»	55,0	60,7	15,49	49,5	51,4	2,98
2	»	»	»	52,3	55,8	8,10	48,1	50,1	6,11
3	»	»	»	53,1	56,7	10,15	50,6	51,8	8,84
4	»	»	»	50,2	52,4	4,82	47,5	»	»
5	»	»	»	52,2	54,1	12,19	53,3	55,4	3,32
6	»	»	»	52,5	55,6	12,54	49,1	50,9	6,29
7	»	»	»	50,5	53,8	14,12	49,1	50,2	3,84
8	»	»	»	53,8	56,7	16,60	48,4	50,1	1,61
9	»	»	»	54,2	58,0	16,73	50,3	50,7	- 4,00
10	»	»	»	50,6	54,4	16,93	49,1	50,1	2,27
11	»	»	»	52,0	55,4	16,50	49,1	50,1	- 1,50
12	51,7	»	D 12,58	50,8	54,7	17,57	48,5	49,6	1,81
13	56,4	»	15,59	50,3	54,1	17,02	47,2	47,5	- 3,00
14	52,5	»	11,38	53,0	56,7	10,49	48,3	47,5	- 1,00
15	50,8	»	6,31	51,4	55,4	5,50	46,7	46,8	- 0,43
16	52,5	»	7,31	51,4	55,1	9,33	48,6	47,5	- 0,32
17	53,1	»	6,98	50,6	53,4	1,78	46,7	46,2	- 1,00
18	52,5	»	9,30	49,8	51,8	8,75	47,5	47,5	»
19	50,6	»	11,91	49,4	52,4	7,80	47,2	46,8	1,38
20	50,8	»	9,80	50,8	54,1	4,75	48,7	49,8	»
21	51,6	»	12,61	52,3	54,4	11,20	48,0	47,8	0,51
22	50,5	»	11,15	49,5	53,6	8,81	47,2	47,2	3,11
23	53,0	»	12,08	50,3	53,1	8,89	48,6	47,5	0,25
24	56,4	»	12,95	50,6	53,8	9,00	50,8	48,8	0,00
25	56,7	»	15,94	49,1	52,1	1,79	49,1	46,5	- 0,45
26	53,1	»	13,10	48,6	50,4	- 5,00	48,9	48,1	0,70
27	52,2	»	15,00	51,9	53,4	8,00	48,9	46,8	2,30
28	52,5	»	14,62	50,3	51,4	0,98	48,4	48,1	2.51
29	52,7	»	8,20	52,2	53,4	2,00	49,7	50,1	2,85
30	51,2	»	10,89	50,6	50,7	1,70	49,2	48,1	6,30
31	51,2	»	14,29	»	»	»	47,6	47,2	5,72

TABLEAU I (suite).

Dates.	1894								
	JANVIER.			FÉVRIER.			MARS.		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III
	14° +	x +	D	14° +	x +		14° +	x +	D
1	47,2	45,4	- 0,15	47,3	45,4	»	46,1	42,9	78,95
2	47,6	47,2	1,45	47,1	44,8	»	49,8	45,5	79,24
3	49,1	48,1	10,30	49,9	45,9	D 66,40	48,7	45,5	79,98
4	50,8	46,5	13,67	41,3	»	67,60	50,6	47,5	79,80
5	50,8	50,7	13,00	48,3	45,5	68,96	»	45,5	79,37
6	48,3	48,1	6,15	49,1	45,5	70,27	47,8	44,8	82,20
7	47,5	46,8	1,80	48,7	44,8	70,98	48,9	52,4	80,20
8	50,3	50 1	3,00	46,2	43,2	71,68	48,7	45,9	80,77
9	47,5	47,5	3,05	4 ,0	44,2	73,25	48,2	51,8	80,93
10	48,0	50,1	- 1,00	47,6	44,5	73,57	49,4	45,5	80,89
11	47,8	48,0	- 4,00	48,7	44,5	74,40	49,8	47,8	81,25
12	48.3	48,0	- 4,00	47,0	43,5	74,58	50,2	47,5	81,40
13	47,2	46,2	- 1,50	47,8	44,8	75,50	48,6	45,9	81,29
14	45,6	45,5	0,13	48,2	41,5	76,30	50,3	47,2	82,21
15	48,0	47,4	- 3,00	49,5	46,2	77,10	50,8	47,8	82,65
16	48,6	47,4	- 3,70	49,5	47,2	76,92	52,2	48,8	82,90
17	48,7	46,8	-11,00	50,3	47,6	77,63	50,0	47,8	82,39
18	46,4	44,2	- 8,00	48,7	47,5	77,70	51,8	49,1	83,00
19	48,9	46,8	- 7 50	54,2	52,1	78,85	50,0	54,1	83,20
20	48,5	44,8	-11,50	52,3	50,7	78,76	50,8	49,3	83,00
21	47,2	41,5	- 5,30	52,0	53,1	70,60	53,4	49,4	83,70
22	48,6	45,5	- 6,50	50.3	48,5	78,77	50,8	47,8	83,68
23	47,8	44 8	- 4.00	»	46,8	78,45	53,6	51,4	83,74
24	47,6	44,8	1,67	45,7	44,8	»	50,4	48,1	84,30
25	46,1	45,9	1,10	60,3	60,0	81,30	52,8	49,8	84,51
26	49,8	48,8	3,88	49,8	45,5	78,10	52,3	51,1	84,49
27	48,4	45,7	»	48,4	45,2	78,02	51,4	49,4	84,60
28	49,2	46,3	»	48,7	43,2	78,57	51,1	48,8	84,63
29	46,7	44,8	»	»	»	»	51,7	48,8	85,00
30	49,2	47,2	»	»	»	»	50,3	46,3	84,90
31	47,2	44,3	»	»	»	»	50,3	47,5	85,20

TABLEAU I (suite).

Dates.	1894 (suite)											
	AVRIL.			MAI.			JUIN.			JUILLET.		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
	14° +	x +	D	14° +	x +	D	14° +	x +		14° +	x +	D
1	50,7	48,1	85,33	49,8	52,1	90,39	49,8	50,4	»	48,9	48,8	15,82
2	49,8	48,5	85,56	48,6	49,1	90,30	50,2	50,4	»	50,3	52,1	18,70
3	49,3	49,1	85,89	50,6	51,8	90,79	50,5	50,0	»	50,0	48,8	19,45
4	52,2	53,2	86,48	53,5	55,4	90,81	50,8	51,8	»	52,7	53,8	20,10
5	»	50,1	86,14	51,4	»	»	49,2	48,8	»	48,4	49,4	18,94
6	50,7	51,8	86,67	51,7	53,6	91,50	49,5	49,4	D 14,00	49,0	50,1	18,68
7	54,6	53,8	»	47,5	49,4	90,59	49,5	48,8	12,64	50,0	51,1	20,38
8	52,8	54,7	87,45	47,7	49,6	90,65	48,3	48,8	12,89	51,2	52,7	22,00
9	53,6	55,4	87,52	47,5	48,8	90,45	48,3	48,8	10,29	51,9	54,1	17,60
10	52,0	54,4	87,50	47,7	48,5	90,25	53,3	52,7	10,60	47,2	48,8	17,60
11	49,8	47,2	87,79	49,5	51,8	91,31	47,9	47,2	11,80	50,6	48,8	17,36
12	50,3	52,9	87,41	48,0	48,1	90,58	47,9	48,5	10,28	50,3	51,1	15,60
13	48,9	52,2	88,05	49,3	51,8	90,88	48,3	48,5	10,50	50,3	50,1	15,90
14	49,0	52,2	88,88	52,2	53,8	91,91	47,2	47,2	10,08	47,2	47,2	15,53
15	49,7	52,0	88,37	47,2	47,5	91,29	48,7	48,5	9,69	46,7	45,9	15,52
16	48,4	50,1	88,50	50,6	51,8	91,17	50,2	48,8	9,08	49,4	47,5	16,04
17	51,8	53,8	89,32	49,1	49,4	»	51,7	50,4	9,48	51,1	51,1	14,31
18	52,3	55,4	89,83	51,8	54,1	»	50,3	48,8	»	47,2	48,1	13,75
19	50,6	53,4	89,00	51,8	53,4	»	51,6	49,1	10,73	50,7	50,4	15,10
20	47,5	48,1	88,51	54,0	55,8	»	48,7	47,8	10,50	53,0	51,4	12,48
21	50,2	51,4	89,37	48,4	52,1	»	51,4	49 6	9,60	53,4	51,4	11,71
22	»	53,4	89,90	53,4	54,7	»	48,6	48,5	10,00	47,2	46,8	13,02
23	45,6	48,8	89,70	50,7	53,4	»	47,2	47,5	10,46	44,5	42,2	11,52
24	48,4	50,1	89,38	50,0	51,8	»	46,8	45,5	11,00	46,7	44,2	12,22
25	49,2	48,8	90,10	50,4	52,7	»	46,1	46,5	12,41	49,0	45,5	14,70
26	48,7	52,1	89,69	54,1	54,4	»	46,6	46,2	11,80	45,6	45,5	15,07
27	48,4	51,4	89,43	52,7	54,4	»	47,2	46,2	13,45	45,6	45,2	15,21
28	49,2	51,8	90,20	54,7	56,1	»	49,0	48,1	12,13	48,4	46,2	15,21
29	49,3	52,4	89,95	55,0	56,2	»	48,4	46,2	14,29	46,1	45,5	15,50
30	50,3	52,1	90,85	50,7	52,1	»	45,6	44,2	14,82	46,1	45,2	17,46
31	»	»	»	50,8	52,4	»	»	»	»	48,9	48,8	16,70

I est l'enregistreur magnétique placé dans une cave sous le petit pavillon magnétique de l'Observatoire; c'est l'appareil dont la déclinaison est renseignée dans les *Annales* et dans le *Bulletin* de l'Observatoire.

II désigne un appareil placé dans le grand pavillon magnétique. L'aimant est un petit cylindre d'acier (fragment d'une grosse aiguille cylindrique) (longueur = 81 millimètres; diamètre = $1^{mm},4$; poids = $1^{gr},25$). Son moment magnétique est environ $^1/_{40}$ du moment de l'aimant I. Pour atténuer autant qu'il est possible l'action du mouvement de l'air sur le petit aimant II, cet aimant a été muni d'une enveloppe, solidaire avec lui, et de révolution par rapport à la verticale du fil de suspension (*). Cette enveloppe est ici une sphère en celluloïde, d'un diamètre de 85 millimètres, traversée suivant un diamètre par un petit tube (diamètre = 12 millimètres) dans lequel est placé l'aimant. Un petit miroir (disque de 12 millimètres de diamètre) ferme d'un côté le tube et fait corps avec la surface de la sphère. Le volume intérieur compris entre la surface intérieure de la sphère et la surface extérieure du tube, est, pour empêcher les mouvements de l'air intérieur, occupé par de légers flocons d'ouate, rares et dilatés, tenus fixés à la surface sphérique interne par un peu de gomme. Le poids de la sphère munie de son tube est de 26 grammes. Cette sphère est suspendue, au moyen d'un fil de platine (longueur = 1 mètre; diamètre = $^1/_{32}$ millimètre), au centre d'une boîte cubique en cuivre, de 16 centimètres de côté. Un tube de verre vertical, de 1 mètre de longueur, est fixé au centre de la face supérieure de la boîte. Cette face est percée d'un trou qui permet le passage du fil de platine, contenu dans le tube et fixé à sa partie supérieure. La boîte repose par trois vis calantes sur un pilier. Le sol de la salle est voûté.

Une paroi verticale de la boîte, celle qui regarde le nord magnétique, est remplacée par une glace. La sphère étant placée, dans la position de détorsion du fil, de manière que le petit miroir regarde le nord magnétique (il y a, au sommet du tube en verre, un chapeau auquel est suspendu le fil, et

(*) Je ne pense pas que ce moyen, qui annule le moment de rotation d'un courant d'air, ait été déjà employé. Il peut y avoir intérêt à le signaler au point de vue des procédés d'observation du magnétisme et du diamagnétisme.

qui peut tourner sur lui-même), on y introduit l'aimant. Les lectures se font par le procédé de la lunette, de l'échelle et du miroir. L'échelle est à $2^m,53$ du miroir; 1 centimètre de l'échelle représente une déviation angulaire de l'aimant de $6',6$. A chaque observation, on n'éclaire l'échelle que pendant la durée de la lecture. Les valeurs angulaires renseignant la position de II sont données dans le tableau I, à une constante x près.

Comparons la marche des deux appareils I et II en en considérant tout d'abord les traits les plus généraux, ceux de la variation annuelle. Le diagramme (fig. 1, tableau I) renseigne les indications de I et II par les observations faites chaque jour à midi; ces observations ont commencé, pour II, le 1er novembre 1893, comme on le voit sur l'échelle horizontale des dates. Une échelle verticale donne en minutes la déclinaison de l'enregistreur I (*). La même échelle sert pour l'appareil II; l'origine seule diffère par une constante, inutile à connaître ici puisqu'il ne s'agit que de variations.

Le diagramme renseigne, tout d'abord, la seconde quinzaine d'octobre, pendant laquelle (12-31 octobre, AB sur la figure) on voit la déclinaison I osciller autour d'un terme moyen constant; des premiers jours de novembre jusqu'au milieu de décembre, au contraire (1er novembre-13 décembre, BC sur la figure), cette déclinaison I diminue rapidement (de $5'$ environ). II (dont l'observation commence le 1er novembre) manifeste, de B à C, ce même mouvement de diminution, mais avec une amplitude double ($10'$ environ au lieu de $5'$). Le mouvement de diminution s'étant arrêté en C, il vient, de C en D (15 décembre-5 janvier 1894), un rebroussement commun; puis, de D en E (12 janvier), une nouvelle diminution, faible pour la déclinaison I ($2'$ environ), double pour l'aimant II (soit $4'$). Laissant de côté les faits remarquables de la fin de février, sur lesquels nous reviendrons plus loin avec détail, on voit alors I et II osciller autour de valeurs constantes, de E en F (3 mars). Une augmentation rapide simul-

(*) L'échelle de la déclinaison est comptée positivement de haut en bas; voici la raison de cette disposition : on a l'habitude de prendre pour références le nord et le pôle nord du barreau, quand on considère la déclinaison et ses variations; or, le pôle descend quand la déclinaison augmente; d'où la figuration adoptée dans le diagramme.

tanée se manifeste ensuite de F en G (8 avril), mais elle est de nouveau double environ pour II de ce qu'elle est pour I (8′ au lieu de 4′). Les deux appareils oscillent ensuite de G en H (28 mai) autour des élongations maxima qu'ils viennent d'atteindre. A partir de là, commence pour tous les deux un terme général de diminution annuelle qu'on voit se manifester dans la dernière partie du diagramme, terminé au 1er août; en novembre suivant, ce terme, pour 7′ dans la déclinaison I, en avait produit 10 dans la marche de II (*).

La comparaison des ondulations du mouvement annuel ne laisse donc pas de doute sur le fait de l'amplitude plus grande des mouvements de II comparés à ceux de la déclinaison I. Pour ne pas étendre sans nécessité mon exposé, je m'abstiendrai de même de faire ici la comparaison explicite des périodes d'ordre mensuel (voyez, à ce sujet, sur le diagramme la série des points *a*, *b*, *c*, *d*, *e*, *f*, *g*, *h*, C, ... *i*, *k*) et des variations de jour à autre; le diagramme les montrera de lui-même clairement au lecteur. Il convient de bien rappeler ici, au sujet de la comparaison des appareils, que l'observation simultanée de l'enregistreur I, placé dans la cave du petit pavillon, et d'un appareil de déclinaison à fort aimant de Meyerstein, placé dans la salle du grand pavillon, a démontré qu'à des différences près, non point absolument négligeables en elles-mêmes, mais négligeables par comparaison avec celles que nous venons de constater, les deux instruments marchent d'accord dans ces deux endroits, c'est-à-dire que la direction du champ magnétique peut y être considérée comme étant la même.

7. *Appareil* III. — Cet appareil, dont les indications (à midi, comme celles de I et II) sont renseignées tableau I, col. III, est, comme II, placé dans le grand pavillon, et observé comme lui par le procédé de la lunette, de l'échelle et du miroir. La distance du miroir à l'échelle est de 2^{m},30; 1 centimètre de l'échelle représente 7′,25. Ce nombre est la valeur angulaire d'une des divisions de l'échelle, désignées par la lettre D dans le

(*) On verra plus loin, § 14, fig. 6, la marche de ce terme donnée jusqu'à la fin de l'année 1895.

tableau I, col. III; ces divisions croissent avec la déclinaison. On a adopté ici un autre moyen de former un système à faible moment magnétique. Au lieu d'employer un seul aimant faible, on peut se servir de deux forts aimants placés en sens opposés. Le moment du système (en négligeant l'induction) est la différence des moments des deux aimants. III est constitué par l'équipage de deux aimants cylindriques saturés (longueur = 15 centimètres; diamètre = 12 millimètres; poids d'un cylindre = 150 grammes), appartenant à un grand galvanomètre de Meyerstein. La distance des deux aimants parallèles est de 10 centimètres. Leurs moments magnétiques étant $2\,^1/_4$ fois et 2 fois celui de l'aimant de l'enregistreur, le moment du système peut être pris égal à $^1/_4$ de celui de l'enregistreur. [La bobine du galvanomètre (ici sans emploi) est un cylindre creux de section elliptique fortement aplatie, le grand axe dans la direction du méridien magnétique. L'un des aimants se meut dans le vide elliptique intérieur, l'autre est au-dessus de la bobine; ils sont solidaires par le moyen de l'équipage qui les porte.] La suspension a été faite soit par fils de cocon, soit par fil métallique. De là proviennent les deux interruptions qu'on remarque sur le diagramme, du 26 janvier au 3 février 1894, et du 15 mai au 6 juin 1894. C'est l'existence de séries d'observations faites ainsi dans des conditions différentes qui a engagé à prendre dans ce travail, pour matière principale de discussion, la période d'observation renseignée sur la figure 1. La suspension s'effectue d'abord par fils de cocon (longueur = 30 centimètres) jusqu'au 26 janvier, et de même ensuite à partir du 6 juin; du 3 février au 15 mai, elle se fait par fil métallique (maillechort, longueur = 1 mètre; diamètre = $^1/_{10}$ de millimètre).

Sur le diagramme l'échelle de la courbe III est telle qu'une des divisions de l'échelle de I et II, équivalente à 1′, représente ici 14′,5 (c'est ce qu'indique la petite échelle placée à la gauche de III). Les mouvements de III, comparés à ceux de I et II, ont donc des amplitudes réelles quatorze fois plus grandes que ne l'indiquent les dimensions absolues du diagramme. Les diverses parties de la courbe (12 octobre-26 janvier; 3 février-16 mai; 4 juin et au delà), interrompues lors des changements dans le mode de suspension, sont reliées d'après une estimation approchée par un trait poin-

tillé; les zéros des échelles sont différents, ce qui n'importe pas tant qu'il ne s'agit que de l'étude des variations dans chaque série.

En commençant sur le diagramme la comparaison de III avec I (et II), on trouve tout d'abord un trait des plus remarquables, savoir : une période, formant le *palier* A'B' correspondant à AB, suivie de la phase de diminution B'C' correspondante à BC. Cette diminution qui, pour la déclinaison I, était de 4', et pour II de 8', atteint, pour III, environ 2°. Le mouvement de diminution s'arrête en C', comme il s'était arrêté en C; cet arrêt est suivi du mouvement C'D'E', qui correspond à CDE. La suspension par fils de cocon est alors remplacée par la suspension à fil métallique. Dans la période (3 févr.-16 mai), la courbe *i'k'l'*F'*m'n'*, dont la croissance est d'abord rapide, *i'k'*, qui rétrograde en F', puis dont la croissance est beaucoup moins rapide et qui aboutit au palier *m'n'*, correspond au grand mouvement *ikl*FGH. Le mouvement d'accroissement de la déclinaison, qui était de 4' pour I, de 8' pour II, est, pour III, de plus de 2° (*).

Le 6 juin commence la nouvelle série avec suspension par fil de cocon. Le mouvement *o'p'q's'* correspond à *opqs*. Le terme général annuel de diminution de la déclinaison, que nous avons signalé au sujet de I et II et qui, de juin à novembre, donnait pour ces deux appareils des variations de 7' et 10', se manifeste dans III comme dans I et II, mais avec une variation amplifiée qui atteint 1°.

La réduction considérable de l'échelle pour III pourrait, à première vue, faire regarder à tort comme insignifiantes des variations de jour à autre.

(*) Si l'on supposait, malgré la mise initiale à la position de détorsion, qu'une lente détorsion du fil intervient ici pour une part dans le mouvement que nous observons, en arguant de ce que l'arrêt G du mouvement de croissance de la déclinaison de I et II, précède l'arrêt *m'* de III, on introduirait par là, d'autre part, par *a fortiori* un argument démonstratif de l'existence des mouvements magnétiques amplifiés, car nous signalerons plus loin (§ 12) des exemples où les mouvements amplifiés de III ont lieu en sens inverse de la torsion qu'il faudrait ici supposer au fil de suspension. Nous remarquerons aussi, pour ne laisser échapper aucune objection, qu'une courbure en sens déterminé des miroirs ne saurait être invoquée pour expliquer le fait de l'amplification; d'abord parce que tous les mouvements devraient être amplifiés, et dans le même rapport, ce qui est tout à fait contraire aux faits; ensuite parce que le fait de l'amplification s'observe sans l'emploi de miroirs. Voyez, par exemple, plus loin, les mouvements de l'appareil IV (§ 13).

En suivant attentivement le diagramme et rétablissant l'échelle, on constatera que l'on retrouve amplifiées la plupart des oscillations, même quotidiennes, du magnétisme. C'est d'ailleurs ce que nous établirons tout à l'heure par des exemples démonstratifs.

En ce qui concerne les ondulations d'ordre mensuel, on a tracé sur le diagramme, pour la période 12 octobre-26 janvier, où les variations journalières de l'appareil III ont été très marquées, la courbe III′ formée par la moyenne continue (de cinq observations consécutives) des indications de III. L'échelle est, pour III′, la même que pour III. On constate ainsi facilement que la courbe moyenne de III (réduite quatorze fois) peut aussi servir très approximativement de courbe moyenne à I et II.

8. Nous venons, en abordant le phénomène par ses traits généraux, de constater une concordance, avec mouvements amplifiés pour II et III, entre les appareils I, II et III. Nous arrêtant d'abord à ce résultat, nous allons en rechercher la cause, et quand cette discussion, basée sur des faits généraux, nous aura orientés, nous vérifierons nos inductions sur des faits particuliers remarquables.

9. *Influence des éléments météorologiques.* — Dans la recherche de la cause systématique qui produit les mouvements observés, les facteurs météorologiques qu'il convient de prendre en considération sont l'état hygrométrique et la température.

L'influence de l'humidité est immédiatement éliminée par l'emploi des fils de suspension métalliques (d'ailleurs non oxydables), fils avec lesquels on voit les faits se produire aussi bien qu'avec les fils de cocon.

Ce qu'il faut donc examiner, c'est l'action de la chaleur. Cette action se conçoit sous deux formes distinctes :

1° Action de la chaleur pour modifier le champ magnétique lui-même;

2° Action locale sur les appareils d'observation.

La première forme s'élimine d'elle-même dans l'explication des écarts observés, puisque l'observation comparée de l'enregistreur, placé sous le petit pavillon, et de l'appareil de Meyerstein placé dans la salle du grand

pavillon, où se trouvent nos appareils II, III, démontre (à des écarts près, ici négligeables) que la force magnétique a la même direction dans les deux endroits.

Reste donc l'action locale de la chaleur sur les appareils.

Or, cette action elle-même revêt deux modes distincts :

a) Déformation thermique des appareils;

b) Mouvements de l'air provoqués par la chaleur à l'intérieur des appareils.

Le premier mode se rapporte à la variation de la chaleur en *intensité;* le second, à sa variation en *direction* (par l'orientation qu'a, en chaque point, le gradient thermique).

1 0. Si la déformation thermique des appareils (on comprend ici sous la dénomination d'appareils tout ce qui intervient dans l'observation, mode de suspension, lunette, échelle, pilier, etc.) est la cause des mouvements systématiques observés, comme ces appareils font aussi, par ces mêmes déformations, office de thermomètre, l'hypothèse a un criterium simple : c'est la correspondance, en sens déterminés, des variations de la température et des variations d'orientation des appareils. On n'insisterait pas alors sur la difficulté de savoir pourquoi deux appareils différents se déforment dans un même sens, qui est celui du magnétisme; on renoncerait, en outre, au droit d'exiger que toutes les fluctuations de la température soient enregistrées; au moins faudrait-il qu'on reconnût la concordance systématique dans les fluctuations les plus importantes. Or, les faits sont ici en désaccord complet avec l'hypothèse. Je fixerai à cet égard les idées par deux traits principaux, le premier concernant la variation annuelle de la température, le second les variations d'ordre mensuel. (La figure 1 donne, pour midi, le diagramme de la température de l'air et de la température de la salle du grand pavillon; cette dernière a été régulièrement observée depuis le 16 mars. Le pavillon est entièrement isolé; on peut constater la concordance remarquable des fluctuations de sa température intérieure et de celle de l'air.)

1° Il y a une relation remarquable entre la variation annuelle de la température et celle de la déclinaison des appareils I, II, III dans la période

que renseigne le diagramme. Cette déclinaison, minimum en hiver, croît ensuite jusqu'aux approches de l'été, puis diminue de nouveau; mais de ces deux espèces de variations, la première n'est pas la cause de la seconde.

En effet, pendant la dernière quinzaine d'octobre, la température diminue considérablement (voyez $\alpha\beta$ sur la figure 1); puis, la baisse produite (d'environ 6°) se maintient constante pendant le mois de novembre et la première moitié de décembre ($\beta\gamma$). Or, à la variation $\alpha\beta$ correspondent les *paliers* AB, A'B', et à la période de constance $\beta\gamma$, le mouvement si net BC, B'C' de diminution commune de la déclinaison pour les trois appareils I, II, III. Ce seul fait, si marqué, suffirait à faire rejeter l'hypothèse de la déformation thermique des instruments.

On peut d'ailleurs faire nombre de remarques analogues. Ainsi, la déclinaison de II continue à diminuer par rapport à celle de I jusqu'au commencement de février, alors que la température a déjà recommencé à croître et se retrouve égale à celle du commencement de novembre. Plus loin, II croît par rapport à I jusqu'en avril-mai, en même temps que croît la température; mais ce même appareil II recommence à décroître dès le commencement de juin, alors que la température continue à croître jusqu'en août. En d'autres termes, c'est la déclinaison et non la température que suivent les appareils à ondulations amplifiées.

2° Il y a, pendant certaines périodes, notamment novembre, décembre, janvier, une relation remarquable entre les fluctuations thermiques d'ordre mensuel et celles de la déclinaison des appareils. Comparez à cet égard les séries de points $c''d''e''f''g''h''\gamma\alpha$ et cc', dd', ec', ff', gg', hh', CC', DD', EE'. Mais les premières ne sont pas la cause des secondes. On s'en assure par une observation très simple (*) : c'est que tandis que, dans la variation annuelle, la déclinaison diminue et augmente en même sens avec la température, dans les variations d'ordre mensuel que nous venons de signaler, elle diminue quand la température augmente et augmente quand la température diminue.

(*) Sans même recourir au fait que ces fluctuations ne sont pas toujours de même sens et se trouvent parfois renversées (comme, par exemple, en avril, $\zeta\eta$, GG'), ce qui montre encore une fois que les appareils suivent la déclinaison et non la température.

Or, ce renversement de sens, en passant d'une variation annuelle à une variation mensuelle, est inexplicable par l'hypothèse de la déformation thermique des instruments, puisque, évidemment, c'est un seul et même agent physique qui agit dans l'une comme dans l'autre de ces variations.

11. Si l'explication par la déformation thermique est rejetée, on a un point de gagné, — décisif dans la discussion, à raison du caractère de plus en plus accidentel de la cause que l'on devrait invoquer, — c'est que, si l'influence locale de la chaleur est la cause des mouvements observés, ce ne peut être que par les mouvements de l'air provoqués par cette chaleur à l'intérieur des appareils. Examinons donc cette dernière supposition.

Tout d'abord, les raisons alléguées contre l'action par déformation thermique des instruments subsistent pour démontrer tout au moins l'extrême improbabilité de l'hypothèse. Il est extrêmement improbable, en effet, que des courants conservent une même orientation quand la température varie, et varient au contraire quand elle a atteint et conserve un état constant; extrêmement improbable, même inadmissible, que, lors d'une augmentation de la température, ils tournent dans un sens quand cette augmentation appartient à la variation annuelle, et en sens opposé si elle appartient à une variation mensuelle. Mais la constatation de cette improbabilité ne serait qu'une autre forme donnée à l'observation essentielle suivante, observation qui met le débat à son véritable point et prouve que l'hypothèse intermédiaire des courants d'air ne ferait que reculer le problème en rendant nécessaire l'introduction d'une hypothèse nouvelle : cette observation, c'est que *la question n'est pas ici d'expliquer comment la chaleur, par les déplacements de l'air, peut provoquer des mouvements dans les appareils, mais bien d'expliquer comment elle y produirait des mouvements qui marchent d'accord avec le magnétisme.* Voilà ce dont il faut rendre compte. On serait donc, dans cette voie, nécessairement forcé d'admettre l'existence d'une cause spéciale qui, autour de chaque appareil, orienterait le gradient thermique d'accord avec les variations de la déclinaison magnétique. Je ne discute pas ici, qu'on le remarque, l'idée même de l'hypothèse d'un facteur nouveau qui orienterait la température. Cette idée en elle-même n'aurait

rien d'absurde. Je constate simplement que l'hypothèse des courants d'air intérieurs conduirait nécessairement à faire une hypothèse nouvelle (*), non comprise dans l'ordre des idées habituelles où l'on désirait se renfermer (**).

12. Le résultat de cette analyse préalable, c'est donc que les écarts systématiques observés ne s'expliquent par aucune des forces que nous connaissons; ils ne sont pas l'effet de la force magnétique, qui ne pourrait changer la direction des aimants, et nous venons de voir que lorsqu'on cherche à tout prix à les expliquer par des modifications thermiques, on se trouve, précisément alors, rejeté encore nécessairement vers l'hypothèse d'une force nouvelle.

Nous allons maintenant confirmer par des faits particuliers cette induction tirée des faits généraux. Voici quelques exemples, parmi tous ceux que l'on pourrait citer. Ils sont pris, soit dans la partie du diagramme de la figure 1, où la suspension de l'appareil III s'est trouvée, comme celle de II, à fil métallique, soit dans la série des observations subséquentes à la période embrassée par le diagramme, série qui en a été la continuation.

La figure 2 représente le mouvement remarquable des douze jours 16-27 février, pour les trois appareils I, II, III. L'échelle de la déclinaison I est indiquée à gauche; cette échelle sert également pour II et III, à des constantes d'origine près. Le diagramme est assez parlant de lui-même. Il met assurément en évidence une concordance amplifiée des plus nettes. Il montre aussi que les fluctuations de la température (indiquées par la

(*) On peut remarquer que l'hypothèse des courants électriques n'aurait point de lieu ici, puisque ces courants n'interviennent que dans la direction du champ, direction qu'on a reconnu ne pouvoir expliquer les écarts observés.

(**) Ceci posé, nous ajouterons qu'alors même qu'on aurait accordé l'hypothèse de l'orientation thermique calquée sur l'orientation du magnétisme, on n'aurait nullement expliqué par là pourquoi les courants d'air intérieurs, en dépit de la diversité très grande de construction des appareils et de leurs faces extérieures *planes*, dirigent eux-mêmes si délicatement leurs azimuts d'accord avec la déclinaison magnétique. On se trouverait encore toujours, malgré tout, en présence de la difficulté insurmontable qu'il y a à expliquer un effet systématique par des causes accidentelles.

courbe de la température) ne sauraient être invoquées comme la cause des mouvements concordants. Ainsi, par exemple, la température augmente continûment (sauf la légère baisse du 23) du 18 au 27, et pendant cette période ont lieu les grands mouvements caractéristiques, de sens inverse, des 21, 24 et 25. (Les écarts du 24-25 sont de 14′ pour I, 21′ pour II et 25′ pour III.) On observera que les pointes des 21 et 24 se produisent à des jours dont les températures sont sensiblement en ligne droite avec celles des jours précédent et suivant.

(Fig. 3.) Elle renseigne la période de dix jours du 6 au 15 mai (*). On constate de nouveau que les mouvements amplifiés de II et III suivent la déclinaison et non la température. Ainsi, par exemple, la *diminution* de la déclinaison du 8 au 9 correspond à une hausse de la température, et l'*augmentation* du 13 au 14 correspond aussi à une hausse.

(Fig. 4.) Elle détaille la période de dix-neuf jours du 22 septembre au 10 octobre. Le mouvement général est caractérisé par les points culminants des 26, 30 septembre et 5-6 octobre. Les fluctuations de la température ne présentent manifestement rien de remarquable en rapport avec ces mouvements.

13. Les mouvements précédents sont connus par les observations quotidiennes de midi. La figure 5 montre le résultat d'observations horaires que j'ai faites dans les journées du 11 au 17 septembre 1894; il faut en conclure que le fait que nous étudions, celui de l'amplification des oscillations du magnétisme par la diminution de l'aimantation, fait déjà manifesté par les périodes annuelle et mensuelle, est mis aussi en évidence par la période diurne.

L'appareil II n'a pas été ici observé. Les observations ont porté sur la comparaison des trois appareils suivants : I et III, mentionnés ci-dessus; et IV, l'appareil de déclinaison de Meyerstein, installé dans la salle du grand pavillon, mais où l'aimant saturé unique a été remplacé par deux aimants

(*) Époque après laquelle a été enlevé le fil métallique de III pour rétablir la suspension par fil de cocon.

de même modèle que celui de l'enregistreur I, dirigés en sens inverse, le moment résultant total étant $\frac{1}{5}$ de celui de l'aimant de l'enregistreur I. Les deux aimants sont placés parallèlement l'un au-dessus de l'autre, à une distance l'un de l'autre de 12 centimètres, sur un équipage suspendu à un fil d'acier de $4^m,20$ de longueur et de $\frac{1}{10}$ de millimètre de diamètre. Cet équipage porte une lunette à foyer-micromètre, dont on fait la lecture au moyen d'une autre lunette fixe. Il y a un amortisseur d'oscillations. La figure 5 reproduit le tableau II ci-contre; les origines sont arbitraires pour les appareils III et IV; les trois courbes ont été réduites à la même échelle; les divisions indiquées par D dans le tableau ont les valeurs angulaires suivantes : appareil III, D = 7′,25; appareil IV, D = 11′. La simple comparaison des parties *aa′*, *bb′*, *cc′*, *dd′*, *ee′*, *ff′* du diagramme, dont chacune comprend les observations faites un même jour aux trois instruments, met hors de doute le fait d'une amplification et d'une concordance des mouvements dans la suite des heures. Il serait bien à désirer qu'on pût installer pour ces observations des enregistreurs automatiques. Ces premières observations sont peu étendues. Il m'a paru cependant bien intéressant de les signaler, non seulement comme confirmation de ce qu'indiquaient déjà des périodes plus longues du magnétisme, mais aussi parce que, avec la moindre perte de temps, elles pourraient conduire à la constatation du fait que nous étudions, les observateurs qui en entreprendraient la vérification.

14. Dans tout ce qui précède, on a mis explicitement en œuvre les observations journalières et horaires. Nous terminerons en comparant la marche des instruments par moyennes de décades et par moyennes mensuelles. Ceci permettra de constater, de la manière la plus nette, d'un seul coup d'œil et dans son ensemble, le fait remarquable que nous présentons.

La figure 6, tracée d'après les tableaux III et IV (p. 24), fait voir :

1° La marche parallèle par moyennes décades de l'enregistreur magnétique DD (appareil I) et du système d'aimants AA (constituant notre appareil II), pendant les six mois (août 1893 à janvier 1894). On voit par la comparaison des échelles AA, DD, que les ondulations de II reproduisent celles de I, en les amplifiant de vingt-cinq à trente fois;

TABLEAU II.

DATES.	HEURES.	I	III	IV
			D	D
1894. Septembre 11	Midi.	14°49',4	17,18	15,06
	1h 50m	48,4	16,18	15,56
	4	44,7	14,52	15,93
	5	44,4	14,57	15,96
— 12	11 matin.	48,7	16,10	14,95
	Midi.	50,8	15,45	15,14
	3	45,8	14,52	16,00
	4	45,0	»	16,12
	4 30	44,0	13,75	16,00
— 13	11	46,7	15,71	14,57
	Midi.	47,6	15,91	14,83
	3	44,5	15,50	14,97
	5	42,9	15,23	14,90
— 14	10 45	49,5	15,76	14,60
	Midi.	50,8	15,80	14,70
	2	56,3	16,78	14,88
	3	»	16,02	15,00
	4	51,4	15,80	15,08
— 15	10 45	44,0	15,60	15,33
	11 30	45,6	15,50	15,78
	Midi.	45,6	15,62	16,09
	1 30	45,8	14,95	16,12
	2	44,5	14,75	16,46
	2 45	44,4	14,52	16,53
	3 30	41,7	14,00	16,53
— 16	11 15	46,2	15,51	16,15
	Midi.	48,3	15,47	16,19
— 17	11 30	48,7	14,70	16,22
	Midi.	49,9	14,81	16,26
	1	50,3	14,72	16,475
	2 30	48,1	14,40	16,83
	3 30	45,8	14,12	19,94

TABLEAU III (fig. 6).

DÉCADES.	I (DD)	II (AA)	DÉCADES.	I (DD)	II (AA)
		D			D
1893. Juillet 3	14°55',1	23,74	1893. Nov. 1	14°52',4	12,77
— Août 1	55,1	22,01	— — 2	51,0	9,95
— — 2	55,2	26,08	— — 3	50,5	4,34
— — 3	56,2	25,70	— Déc. 1	49,5	3,47
— Sept. 1	55,7	21,01	— — 2	47,9	- 1,63
— — 2	55,7	20,18	— — 3	48,8	2 16
— — 3	55,5	17,52	1894. Janv. 1	48,8	5,42
— Oct. 1	53,6	13,65	— — 2	47,8	- 5,41
— — 2	52,1	10,19	— — 3	48,0	- 1,56
— — 3	52,8	12,80			

TABLEAU IV (fig. 6).

MOIS.	I (*dd*)	II (*aa*)	III (*bb*)
		D	
1893. — Juillet.	14°54',8	23,74	»
— Août.	55,5	24,51	»
— Septembre.	55,6	19,52	»
— Octobre.	52,9	12,23	»
— Novembre.	51,3	9,02	$x + 50',2$
— Décembre.	48,7	1,86	44,9
1894. — Janvier.	48,2	- 0,32	42,6
— Février.	49,1	0,33	43,0
— Mars.	50,4	7,40	44 2
— Avril	50,1	13,37	47,6
— Mai.	50,7	15,86	48,2
— Juin.	49,0	5,36	44,4
— Juillet.	49,25	10,10	44,9
— Août.	49,19	7,59	43,3
— Septembre.	48,8	10,08	42,2
— Octobre.	47,2	6,58	39,4
— Novembre.	44,6	5,50	37,0
— Décembre.	43,9	3,38	34,8
1895. — Janvier.	43,6	»	34,6
— Février.	44,0	»	36,1
— Mars.	44,5	»	36,6
— Avril.	45,5	»	37,2
— Mai.	44,8	»	38,1
— Juin.	43,6	- 9,54	37,9
— Juillet.	43,4	- 13,30	37,1
— Août.	42,5	- 17,88	36,3
— Septembre.	42,6	- 15,87	36,9
— Octobre.	41,6	- 17,90	35,4

2° La marche parallèle par moyennes mensuelles dans la période de vingt-huit mois [juillet 1893 à octobre 1895 (*)] de l'enregistreur magnétique *dd* (appareil I), du système d'aimants *aa* (appareil II) et du petit aimant *bb* (appareil III). Ici encore on constate aisément, par la comparaison des échelles, l'amplification des oscillations tant annuelles que séculaire. (La ligne *aa* relative à l'appareil II fait connaître les résultats de plusieurs séries d'observations successives; les interruptions proviennent de ce que l'instrument a été plusieurs fois modifié ou dérangé volontairement. Les positions relatives des origines des diverses parties de la ligne interrompue *aa* ne sont déterminées qu'approximativement.)

Mouvement d'un aimant soumis à l'action simultanée de la force magnétique et d'une autre force directrice. Mesure de ces deux forces en direction et en intensité.

15. L'analyse des faits nouveaux que nous venons de faire connaître nous conduisant nécessairement (comme nous le dirons encore plus loin en résumant ce travail) à constater l'existence d'une force directrice nouvelle, différente de la force magnétique, et qui agit en même temps qu'elle sur les systèmes d'aimants mis en observation, nous ne pourrions, sans laisser notre travail incomplet, négliger d'indiquer la méthode à suivre pour mesurer, en intensité et en direction, et la force magnétique et la force inconnue dont il s'agit. C'est à quoi l'on peut arriver par la mesure, en intensité et en direction, de deux systèmes, placés dans les mêmes conditions extérieures, mais à moments magnétiques différents.

(*) Ce travail a été présenté à l'Académie le 5 janvier 1895 et son impression alors décidée. J'ai profité du délai qui s'est écoulé depuis lors pour étendre ce diagramme jusqu'en octobre 1895. (Voir *Bull. Acad. roy. de Belgique*, 3e série, t. XXX, p. 460, et *Compt. rend. Ac. Sc. de Paris*, t. CXX, p. 1333.)

Soient (fig. 7) :

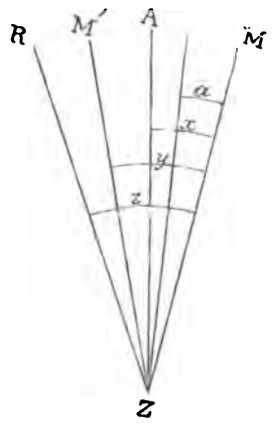


Fig. 7.

Z, le lieu d'observation ;

ZM, le méridien ;

ZM', le méridien magnétique ;

M'ZM = y, la déclinaison magnétique ;

ZR, la direction de la seconde force directrice R, et RZM = z ;

ZA, l'axe magnétique d'un aimant ; et AZM = x ;

a, l'azimut, lors de la position de détorsion du fil de suspension, d'une ligne de repère fixe dans le système suspendu.

Si α est l'angle de l'axe magnétique et de la ligne de repère, le moment de torsion sera, en désignant par f une constante et en comptant les moments vers l'ouest,

$$-f(x-\alpha-a);$$

l'azimut de la ligne de repère est $x-\alpha$.

I étant le moment d'inertie du système mobile dont l'aimant fait partie, μ le moment magnétique de l'aimant, H l'intensité horizontale du champ magnétique, K une constante dépendante de R et de l'instrument, on a pour équation du mouvement de l'axe magnétique

$$(1) \quad \ldots \quad I\frac{d^2x}{dt^2} = H\mu\sin(y-x) + KR\sin(z-x) - f(x-\alpha-a).$$

Soit ξ la valeur de x donnée par la relation

$$(2) \quad \ldots \quad H\mu\sin(y-\xi) + KR\sin(z-\xi) - f(\xi-\alpha-a) = 0.$$

En posant $x = \xi + \gamma$, et désignant par P le second membre de (1), on aura, pour $H\mu$, KR, y, z constantes,

$$(3) \quad \ldots \quad I\frac{d^2\gamma}{dt^2} = \left(\frac{dP}{dx}\right)_\xi \gamma + \left(\frac{d^2P}{dx^2}\right)_\xi \frac{\gamma^2}{2} + \cdots$$

On a

$$\frac{d\mathrm{P}}{dx} = -\mathrm{H}\mu\cos(y-x) - \mathrm{KR}\cos(z-x) - f,$$

$$\frac{d^2\mathrm{P}}{dx^2} = -\mathrm{H}\mu\sin(y-x) - \mathrm{KR}\sin(z-x),$$

$$\frac{d^3\mathrm{P}}{dx^3} = +\mathrm{H}\mu\cos(y-x) + \mathrm{KR}\cos(z-x) = -\frac{d\mathrm{P}}{dx} - f,$$

etc.

Posant

$$(4) \quad \ldots\ldots\ldots \quad f + \mathrm{H}\mu\cos(y-\xi) + \mathrm{KR}\cos(z-\xi) = m,$$

$$(5) \quad \ldots\ldots\ldots \quad \mathrm{H}\mu\sin(y-\xi) + \mathrm{KR}\sin(z-\xi) = n,$$

il vient

$$(6) \quad \ldots\ldots\ldots \quad \mathrm{I}\frac{d^2\gamma}{dt^2} = -m\gamma - \frac{n}{2}\gamma^2 + (m-f)\frac{\gamma^3}{6} + \cdots$$

Intégrons cette équation par la méthode de la variation des constantes (*). L'équation

$$(7) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad \mathrm{I}\frac{d^2\gamma}{dt^2} = -m\gamma$$

a pour intégrale

$$(8) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad \gamma = \mathrm{A}\cos\left(\sqrt{\frac{m}{\mathrm{I}}}\,t + \mathrm{C}\right),$$

A et C étant les deux constantes arbitraires.

Posant $\frac{d\gamma}{dt} = \gamma'$, on a

$$(8') \quad \ldots\ldots\ldots \quad \gamma' = -\mathrm{A}\sqrt{\frac{m}{\mathrm{I}}}\sin\left(\sqrt{\frac{m}{\mathrm{I}}}\,t + \mathrm{C}\right).$$

(*) Voyez *Solution [du problème universel de Wronski et] d'un [autre] problème relatif à l'intégration des équations* (ANNALES DE L'OBSERVATOIRE ROYAL DE BRUXELLES, t. VII, nouvelle série).

Résolvant (8) et (8′) par rapport à A et C, on obtient

$$(8'') \quad \ldots\ldots\ldots \sqrt{\frac{m}{l}}\, tg\left(\sqrt{\frac{m}{l}}\, t + C\right) = -\frac{\gamma'}{\gamma}$$

$$(8''') \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad A^2 = \gamma^2 + \frac{l}{m}\gamma'^2;$$

d'où l'on déduit

$$\frac{dC}{d\gamma'} = -\frac{\gamma}{A^2\sqrt{\frac{m}{l}}} \quad \text{et} \quad A\frac{dA}{d\gamma'} = \frac{l}{m}\gamma'.$$

En posant maintenant (équat. 6)

$$-\frac{n}{2}\gamma^2 + (m-f)\frac{\gamma^3}{6} + \cdots = K,$$

on aura, pour déterminer les fonctions C et A, les équations

$$(9) \quad \ldots\ldots\ldots \frac{dC}{dt} = -\frac{\gamma\frac{K}{l}}{A^2\sqrt{\frac{m}{l}}}$$

$$(10) \quad \ldots\ldots\ldots \frac{dA}{dt} = -\frac{K}{l}\sqrt{\frac{l}{m}}\sin\left(\sqrt{\frac{m}{l}}\, t + C\right).$$

Remplaçant K par sa valeur et ensuite γ par l'expression (8), on trouve, en laissant de côté les termes périodiques et en désignant encore par A et C deux constantes,

$$(11) \quad \ldots\ldots \gamma = A\cos\left[\sqrt{\frac{m}{l}}\, t - \left(1 - \frac{f}{m}\right)\frac{A^2}{16}t + C\right].$$

A étant la demi-amplitude d'oscillation.

T étant la durée de la demi-oscillation, on aura, avec une approximation suffisante,

$$m = \frac{\pi^2 l}{T^2}\left(1 + \frac{A^2}{16}\right)^2.$$

et par conséquent, en vertu de (4), l'équation

$$(12) \quad \ldots\ldots \quad H\mu\cos(y-\xi)+KR\cos(z-\xi)+f=\frac{\pi^2 I}{T^2}\left(1+\frac{A^2}{16}\right)^2.$$

Si l'on remplace l'appareil par un cylindre de révolution, homogène et de poids égal, pour lequel le moment d'inertie est I_1, et que l'on observe alors T_1 et A_1, on aura, puisque dans ce cas $H\mu=0$, $KR=0$,

$$(13) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad f=\frac{\pi^2 I_1}{T_1^2}\left(1+\frac{A_1^2}{16}\right)^2,$$

qui fera connaître f.

α est une petite constante instrumentale; on mesurera a, et en posant $a+\alpha=\rho$, on aura, par (2),

$$(13) \quad \ldots\ldots \quad H\mu\sin(y-\xi)+KR\sin(z-\xi)-f(\xi-\rho)=0.$$

ξ se mesure, et les deux équations (12) et (13) constituent deux relations entre $R\mu$, KR, y et z.

Si l'on remplace maintenant l'aimant par un autre aimant de moment magnétique μ, de même forme, de même poids et de mêmes dimensions que le premier, on aura, en admettant comme première hypothèse que la force *non magnétique* R ne varie pas avec le moment magnétique, les deux nouvelles équations

$$(12') \quad \ldots \quad H\mu'\cos(y-\xi')+KR\cos(z-\xi')+f=\frac{\pi^2 I}{T'^2}\left(1+\frac{A'^2}{16}\right)^2$$

$$(13') \quad \ldots\ldots \quad H\mu'\sin(y-\xi')+KR\sin(z-\xi')-f(\xi'-\rho)=0,$$

où ξ', T', A' désignent les données d'observation relatives à μ'.

En posant $\mu'=\beta\mu$, β désignant le rapport des deux moments magnétiques que l'on détermine expérimentalement à l'appareil de déviation, les équations (12), (13), (12'), (13') feront connaître les quatre inconnues y, z, $H\mu$ et KR.

En posant

$$(14)\quad \left\{\begin{array}{l} \dfrac{\pi^2 I}{T^2}\left(1+\dfrac{A^2}{16}\right)^2 = s, \\ \dfrac{\pi^2 I}{T'^2}\left(1+\dfrac{A'^2}{16}\right) = s', \\ H\mu\cos y = u, \\ H\mu\sin y = u', \\ KR\cos z = w, \\ KR\sin z = w', \end{array}\right.$$

Ces équations s'écrivent :

$$(15)\quad u\cos\xi + u'\sin\xi + w\cos\xi + w'\sin\xi + f = s,$$

$$(16)\quad \beta u\cos\xi' + \beta u'\sin\xi' + w\cos\xi' + w'\sin\xi' + f = s',$$

$$(17)\quad -u\sin\xi + u'\cos\xi - w\sin\xi + w'\cos\xi - f(\xi-\rho) = 0,$$

$$(18)\quad -\beta u\sin\xi' + \beta u'\cos\xi' - w\sin\xi' + w'\cos\xi' - f(\xi'-\rho) = 0.$$

On en déduit facilement :

$$(19)\quad \left\{\begin{array}{l} u + w = s\cos\xi + f\left[-\cos\xi + (\rho-\xi)\sin\xi\right] = s\cos\xi + \varphi, \\ u' + w' = s\sin\xi - f\left[\sin\xi + (\rho-\xi)\cos\xi\right] = s\sin\xi + \psi, \\ \beta u + w = s'\cos\xi' + f\left[-\cos\xi' + (\rho-\xi')\sin\xi'\right] = s'\cos\xi' + \varphi', \\ \beta u' + w' = s'\sin\xi' - f\left[\sin\xi' + (\rho-\xi')\cos\xi'\right] = s'\sin\xi' + \psi', \end{array}\right.$$

les valeurs de φ, ψ, φ', ψ' étant suffisamment indiquées par l'identification des membres de ces équations.

Au moyen des expressions (19), on a ensuite, par les formes (20),

$$(20)\quad \left\{\begin{array}{ll} u = \dfrac{(\beta u + w) - (u + w)}{\beta - 1}, & w = \dfrac{\beta(u + w) - (\beta u + w)}{\beta - 1}, \\ u' = \dfrac{(\beta u' + w') - (u' + w')}{\beta - 1}, & w' = \dfrac{\beta(u' + w') - (\beta u' + w')}{\beta - 1}. \end{array}\right.$$

On en déduit, par les relations

$$H\mu = \sqrt{u^2 + u'^2},$$

$$KR = \sqrt{w^2 + w'^2},$$

en ne tenant compte que de la première puissance de f,

$$(21)\quad \left\{\begin{aligned}(\beta-1)^2(H\mu)^2 &= s'^2+s^2-2ss'\cos(\xi'-\xi)\\ &\quad+2sf\left[-1+\cos(\xi'-\xi)-(\rho-\xi')\sin(\xi'-\xi)\right]\\ &\quad+2s'f\left[-1+\cos(\xi'-\xi)+(\rho-\xi)\sin(\xi'-\xi)\right],\end{aligned}\right.$$

$$(22)\quad \left\{\begin{aligned}(\beta-1)^2(KR)^2 &= s'^2+\beta^2s^2-2\beta ss'\cos(\xi'-\xi)\\ &\quad+2\beta sf\left[-\beta+\cos(\xi'-\xi)-(\rho-\xi')\sin(\xi'-\xi)\right]\\ &\quad+2s'f\left[-1+\beta\cos(\xi'-\xi)+\beta(\rho-\xi)\sin(\xi'-\xi)\right].\end{aligned}\right.$$

Les relations

$$\operatorname{tg} y=\frac{u'}{u},$$

$$\operatorname{tg} z=\frac{w'}{w},$$

donnent de leur côté

$$\operatorname{tg} y=\frac{(\beta u'+w')-(u'+w')}{(\beta u+w)-(u+w)}=\frac{s'\sin\xi'-s\sin\xi+\psi'-\psi}{s'\cos\xi'-s\cos\xi+\varphi'-\varphi};$$

$$\operatorname{tg} z=\frac{\beta(u'+w')-(\beta u'+w')}{\beta(u+w)-(\beta u+w)}=\frac{\beta s\sin\xi-s'\sin\xi'+\beta\psi-\psi'}{\beta s\cos\xi-s'\cos\xi'+\beta\varphi-\varphi'}.$$

ou

$$(23)\qquad \operatorname{tg} y=\frac{s'\sin\xi'-s\sin\xi+f\left[-\sin\xi'+\sin\xi-(\rho-\xi')\cos\xi'+(\rho-\xi)\cos\xi\right]}{s'\cos\xi'-s\cos\xi+f\left[-\cos\xi'+\cos\xi+(\rho-\xi')\sin\xi'-(\rho-\xi)\sin\xi\right]},$$

$$(24)\qquad \operatorname{tg} z=\frac{\beta s\sin\xi-s'\sin\xi'+f\left[-\beta\sin\xi+\sin\xi'-\beta(\rho-\xi)\cos\xi+(\rho-\xi')\cos\xi'\right]}{\beta s\cos\xi-s'\cos\xi'+f\left[-\beta\cos\xi+\cos\xi'+\beta(\rho-\xi)\sin\xi-(\rho-\xi')\sin\xi'\right]}.$$

En désignant dans (21), (22), (23), (24) par Φ_1, Φ_2, Φ_3, Φ_4, Φ_5, Φ_6 des termes dépendant de la torsion f et qui s'annulent avec f, termes d'ailleurs suffisamment définis par une simple identification des équations, on aura

$$(25)\quad (\beta-1)^2(H\mu)^2=(s'-s)^2+4ss'\sin^2\frac{\xi'-\xi}{2}+\Phi_1,$$

$$(26)\quad (\beta-1)^2(KR)^2=(s'-\beta s)^2+4\beta ss'\sin^2\frac{\xi'-\xi}{2}+\Phi_2.$$

$$(27)\quad \ldots\ldots\ldots \quad \operatorname{tg} y = \frac{s' \sin \xi' - s \sin \xi + \Phi_s}{s' \cos \xi' - s \cos \xi + \Phi_t},$$

$$(28)\quad \ldots\ldots\ldots \quad \operatorname{tg} z = \frac{\beta s \sin \xi - s' \sin \xi' + \Phi_s}{\beta s \cos \xi - s' \cos \xi' + \Phi_t},$$

c'est-à-dire les deux directions y, z et les deux intensités $H\mu$, KR.

On voit que $H\mu$ et KR dépendent respectivement, en terme principal, de $s' - s$ et de $s' - \beta s$; ou, en se reportant aux formules (14), des expressions

$$(25')\quad \ldots\ldots\ldots \quad H\mu = \frac{\pi^2 I}{\beta - 1}\left(\frac{1}{T'^2} - \frac{1}{T^2}\right),$$

$$(26')\quad \ldots\ldots\ldots \quad KR = \frac{\pi^2 I}{\beta - 1}\left(\frac{1}{T'^2} - \frac{\beta}{T^2}\right).$$

Si l'on suppose $KR = 0$ et $f = 0$, on observera $\xi' = \xi$ et l'on aura, pour une même amplitude $A' = A$,

$$\frac{T^2}{T'^2} = \frac{\mu'}{\mu} = \beta, \qquad \text{d'où} \qquad s' - s = s\beta - s = s(\beta - 1) \qquad \text{et} \qquad s' - \beta s = 0.$$

Les équations (25) à (28) se vérifient alors par

$$H\mu = \frac{\pi^2 I}{T^2}\left(1 + \frac{A^2}{16}\right),$$

$$KR = 0,$$

$$\operatorname{tg} y = \operatorname{tg} \xi, \quad y = \xi;$$

z se présente sous la forme indéterminée.

Inversement, si l'on observe $\xi' = \xi$ et $T = T'\sqrt{\beta}$, on aura (pour $f = 0$) $KR = 0$.

16. Après avoir indiqué la méthode de comparaison qui permet de déterminer, en direction et en intensité, la force nouvelle mise en évidence par nos observations, il ne nous reste qu'à résumer en quelques mots la substance de ce premier travail.

Nous nous sommes d'abord assuré que dans la théorie de Gauss, malgré le mouvement du champ magnétique, on peut considérer les aimants comme orientés en chaque instant suivant la ligne de force. Or, nous observons des écarts sensibles entre des systèmes à magnétismes différents. Puisque ces écarts systématiques ne sont pas l'effet de la force magnétique, dont la direction reste identique, ils sont l'effet d'une force de nature différente. D'ailleurs, cette force ne se trouve au nombre d'aucune des forces actuellement reconnues; si l'on cherche à se rendre compte des mouvements observés, en analysant l'action de la chaleur, seul facteur physique qui puisse ici donner lieu à discussion, on est, par cette discussion elle-même, nécessairement ramené encore à admettre l'existence d'une force inconnue nouvelle.

Cette conclusion, d'abord déduite de traits généraux du phénomène (variations annuelle et mensuelles), est ensuite vérifiée par des faits particuliers précis, fournis par les observations quotidiennes; elle se trouve confirmée même par des faits appartenant à la période diurne.

Lorsque, ayant attentivement suivi toutes ces données, on se trouve enfin en présence de la figure 6, qui résume la question par un trait général simple et frappant, comment pourrait-on douter qu'il n'y ait en tout cela un fait réel; un fait, en tout état de cause, digne du plus sérieux examen, si l'on réfléchit à la gravité et à la grandeur de ses conséquences éventuelles?

Nos observations amènent en effet à conclure que :

1° L'aimant est soumis à l'action de deux forces de natures différentes; l'une connue, la force magnétique proprement dite; l'autre inconnue, révélée par la différence que nous venons d'observer entre les mouvements des systèmes à magnétismes différents. Il y a dès lors à étudier, en physique du globe, non plus seulement les mouvements des aimants proprement dits, mais une infinité de systèmes, à quantité de matière magnétique variable de l'un à l'autre, compris entre deux limites qui sont : l'aimant saturé et le barreau neutre. La voie la plus commode, et qui s'indique d'elle-même à l'observation, est de partir de la comparaison différentielle de deux aimants en diminuant progressivement le magnétisme de l'un d'eux.

2° Fût-ce même à titre de simple conséquence empirique des faits, on

ne peut plus renseigner en rigueur la déclinaison d'un lieu sans renseigner en même temps les constantes du déclinomètre.

3° Il existe une certaine corrélation entre les fluctuations de la chaleur et les mouvements dont il s'agit, aussi bien qu'entre ces fluctuations et les mouvements du magnétisme proprement dit; mais la chaleur n'est pas la cause de ces mouvements. On appréciera, sans nul doute, la portée décisive de cette indication pour la physique du globe; elle ne conduit à rien moins qu'à révéler l'existence d'un facteur thermique nouveau.

4° Deux appareils de forme identique et de moments différents étant observés simultanément en déclinaison et en intensité (oscillations), on en déduira du même coup, en direction et en intensité, et la force magnétique et l'autre force directrice, quelle qu'elle soit, qui, de concours avec la force magnétique, agit sur ces appareils.

17. Si une démonstration physique n'est qu'une accumulation de la probabilité par la répétition des épreuves, il arrive cependant un certain point où les faits, suffisamment nombreux, deviennent le miroir des causes, séparent d'eux-mêmes, pour l'observateur, ce qui est systématique de ce qui est purement accidentel. Mais ce point ne s'atteint que par un contact continu, persévérant et personnel avec ces faits; c'est pourquoi rien ne saurait remplacer pour parfaire la démonstration, dans une matière comme celle-ci, où d'ailleurs il s'agit de mettre en évidence une cause systématique embrassant le globe tout entier, le concours expérimental des observateurs, et ce concours leur est ici demandé instamment. J'ai été conduit à entreprendre les observations précédentes, d'autres encore qui s'y rattachent, par des recherches théoriques qui ont été exposées ailleurs (*), et dont

(*) *Étude sur le système des forces du monde physique*, pp. 330-555. (MÉM. DE L'ACAD., t. XLVIII.)

Qu'il soit permis de retracer ici, par quelques notes bibliographiques, la suite des idées dont les expériences actuelles sont une vérification. C'est la lecture des ouvrages de Brück (*Électricité ou magnétisme du globe*, 1851), en 1870-1871, qui a été l'occasion première de l'ensemble des recherches dont elles font partie. La conviction immédiate que Brück était l'initiateur d'une science nouvelle, celle qui rattachera par la mécanique rationnelle la physique du globe et l'astronomie physique à la mécanique céleste, n'a pas eu lieu d'être abandonnée un seul instant depuis cette époque déjà éloignée. Néanmoins,

ces observations se sont présentées jusqu'ici comme la remarquable confirmation. Dans cette note, la question a été abordée par une voie purement ana-

une étude plus approfondie devait obliger à se séparer radicalement de lui sur les principes mêmes de la physique. [L'idée fondamentale du système des forces exposé dans le mémoire cité en tête de cette note, se trouve déjà énoncée dans un travail paru en 1879 (1).] En ce qui concerne la question même du magnétisme terrestre, la nécessité de faire table rase et de constituer une synthèse sur des bases différentes s'est surtout imposée à la suite d'une expérience relatée dans un travail de 1888 : *Lois de la circulation électrique du globe* (ANNUAIRE DE L'OBSERVATOIRE ROYAL DE BELGIQUE POUR 1888). L'*Étude sur le système des forces* (MÉM. DE L'ACAD., t. XLVIII), publiée en 1892, en a été la conséquence. Cette étude méthodique a conduit à reconnaître dans le globe l'existence de la circulation systématique d'un éther matériel, sous l'action du champ électro-magnétique, circulation dont une des principales périodes a même été calculée. Ceci confirmait, quoique sous forme très différente, les idées de circulation de pôle à pôle déjà émises par Descartes (*Principia philosophiæ, Pars quarta*, §§ CXLVI et seq.), idées renouvelées par Brück, en même temps qu'il renouvelait celles de Descartes sur le parcours longitudinal de l'aimant par un fluide (ce fluide est l'électricité, d'après Brück, mais cette idée présente d'insoutenables difficultés et ne pouvait être maintenue). L'*Étude* citée plus haut était en cours de publication quand, pendant l'été de 1891, une conséquence théorique simple, mais par cela même peut être plus facile à perdre de vue, s'est imposée à son tour : si une circulation matérielle existait, elle devait diriger tous les corps librement suspendus, et particulièrement les corps dissymétriques; dès lors des expériences ont été décidées. Dans ces circonstances, j'ai été à la fois singulièrement frappé et encouragé lorsque, en janvier 1892, ayant pris connaissance du livre de l'abbé Fortin (*Le magnétisme atmosphérique*, Paris, 1890), j'y vis qu'il observait effectivement une simple aiguille de cuivre, et non pas un aimant (le titre de galvanomètre qu'on donnait à son instrument prêtait facilement au change). Cette donnée est à rapprocher d'autres du même ordre que je cite plus loin, notamment les observations de Watt dès 1828. Sans vouloir me prononcer ici sur la valeur et la signification réelle de ces essais, je ferai remarquer seulement que l'observation d'un seul appareil ne pouvait conduire à isoler démonstrativement aucun terme systématique indépendant des accidents de lieu. A la fin de l'hiver (depuis mars 1892) ont été entreprises : 1°) ces observations d'aiguilles neutres auxquelles, comme on vient de le dire, avait conduit la théorie avant toute expérience (*Ciel et Terre*, 13e année, pp. 49, 245, 269, 369; 14e année, pp. 293, 384); 2°) peu après, les observations comparées de ces aiguilles et de l'aimant, en faisant réflexion que celui-ci devait être influencé par la circulation et constituer, lui aussi, en partie une *aiguille de circulation;* enfin 3°) les observations fondées sur la méthode différentielle de comparaison d'aimants à magnétismes différents, et l'idée que si l'aimant est sollicité par deux forces de natures différentes (la force magnétique, résultante d'actions à distance, et une force essentiellement locale due à la circulation matérielle), les effets de cette dernière

(1) Travail relatif à l'exposé d'une hypothèse cosmogonique : *Sur l'origine des mouvements astronomiques* (MÉM. DE L'ACAD., t. XLII); voir la note à la fin.

lytique; mon seul but devait être d'amener l'observateur réfléchi à accorder la légitimité et, par suite, la nécessité de la question qui en formule le

force seraient amplifiés par la diminution de la force magnétique. Telle est l'origine des observations contenues dans le mémoire actuel, et il est digne de remarque, je le répète, qu'en tout cela la théorie et les conséquences à prévoir ont toujours précédé l'expérience; celle-ci s'est présentée comme une vérification croissante.

Je terminerai en disant bien nettement ici, comme déjà je l'ai dit ailleurs avec insistance, que, dans ma pensée, les écarts dont je présente aujourd'hui les diagrammes ne constituent nullement un phénomène secondaire, mais bien un fait capital qui n'est destiné à rien moins qu'à transformer radicalement les idées sur la constitution des globes, en les révélant comme systèmes dynamiques organisés.

D'un côté certains faits météorologiques, d'un autre les rapports constatés entre la direction de l'aiguille aimantée et la distribution géologique, rendent certaine l'existence d'une intime corrélation entre le système magnétique du globe et celui de tous ses autres éléments physiques, tant dans l'atmosphère que dans la terre elle-même (météorologie endogène).

On pressent donc l'existence d'un facteur, capable à la fois de relation avec le magnétisme et d'action tant sur la partie solide que sur la partie atmosphérique du globe. D'ailleurs, les seules notions du potentiel et du courant électrique proprement dit n'ont jusqu'ici conduit, dans cet ordre de faits, à aucune conception cohérente et viable.

Dans ces circonstances, ce qui doit attirer particulièrement l'attention sur les expériences actuelles, c'est qu'elles se présentent justement comme des faits *contraires* à la théorie du « magnétisme terrestre » fondée sur la seule notion de l'électro-magnétisme, c'est-à-dire comme des faits qui nécessitent d'emblée l'introduction d'un facteur physique d'ordre nouveau.

Où faut-il chercher ce facteur? Si l'on suit l'ordre rationnel, tout d'abord dans la combinaison ou dans les conséquences des idées déjà acquises à la physique générale. Or, l'une des conséquences qui se conçoivent dès l'abord, dans l'ordre mécanique, est celle des mouvements de *translation* (et par suite de *circulation* dans le globe) d'un éther matériel. L'introduction de l'éther dans la science date de deux siècles et demi, et sa considération sert de base à l'une des plus belles théories de la physique moderne (1). Mais on n'a étudié que les mouvements vibratoires d'un semblable milieu; ses mouvements de translation doivent être étudiés au même titre, puisqu'ils sont une conséquence de sa définition. Contenu dans les corps dont un globe est formé, il constitue une partie intégrante de ce globe considéré comme une unité, et l'analyse fait voir qu'il peut y être mis en mouvement continu sous l'action de la *force motrice* du champ électro-magnétique (2). Par la destruction

(1) Il n'est pas *nécessaire* de supposer que l'éther en circulation soit le même que l'éther lumineux. Il s'agit simplement ici de l'existence d'un éther matériel. Il est d'ailleurs rationnel de penser que l'éther en général est composé, et qu'il existe une série infinie de fluides et de sous-fluides de plus en plus subtils. Tout cela est mécaniquement concevable, et par conséquent possible. Des idées analogues datent de loin; voyez, par exemple, dans Euler, *Lettres à une princesse d'Allemagne*, IIIe partie, lettre XLV.

(2) *Étude sur le système des forces*, etc. (MÉM. DE L'ACAD., t. XLVIII, §§ 242-278.)

titre, et je crois les faits présentés suffisants pour que ce but puisse être considéré comme atteint.

de sa force vive dans les couches plus ou moins conductrices du globe et de son atmosphère, il constitue dès lors un *facteur thermique;* en outre, par l'action du gradient de pression de l'atmosphère qu'il forme autour du globe, atmosphère qui fait tout continu avec l'éther interne (celui de la partie solide), il constitue un *facteur barométrique* (parce que les différences de pression de l'atmosphère d'éther agissent, normalement à leurs propres surfaces de niveau, sur les couches de l'atmosphère gazeuse).

L'éther et la *circulation de l'éther* constituent donc un facteur en soi de nature à servir d'intermédiaire entre le système électro-magnétique du globe et son système météorologique, exogène (celui de l'atmosphère) et endogène (celui de la partie solide). Voilà ce que l'on pouvait prévoir et établir *a priori*. Mais il restait encore une conséquence, caractéristique et critérium décisif. Si une semblable circulation existe, elle doit agir comme force directrice locale sur tous les corps librement suspendus, en particulier sur les aimants (1). Or quand on fait des expériences dans ce sens, que constate-t-on ? On constate effectivement, ainsi que le prouvent nos résultats d'expérience actuels, l'existence d'une force directrice systématique, essentiellement différente en nature de la force magnétique. N'est-on donc pas en droit de conclure que ces expériences ne font rien moins que révéler par un signe tangible, que rendre en quelque sorte sensible à l'œil le facteur fondamental de l'organisation du globe, ou encore, par une extension évidente, de l'astronomie physique tout entière (2) ? On conçoit donc la portée que nous nous croyons légitimement autorisé à leur attribuer.

D'après nous, les globes ne sont pas les masses inertes, livrées simplement à leur refroidissement graduel, dont la considération borne en général aujourd'hui les conceptions de

(1) *Étude sur le système des forces,* etc., p. 693.

(2) L'introduction dans la science de l'idée des mouvements de translation de l'éther, ou des *courants d'éther*, est de nature à transformer non seulement la théorie de la physique terrestre, mais aussi les conceptions de la physique générale. Si, en magnétisme terrestre, elle conduit à dire, contrairement à ce que l'on admet aujourd'hui, que la carte magnétique du globe construite d'après les observations de magnétomètres à faibles moments, serait différente de ce qu'elle est d'après les aimants saturés; que la position des lignes, des pôles magnétiques, calculée par la théorie de Gauss peut n'être pas exacte; si elle fait connaître le facteur par lequel la géologie deviendra une branche de la mécanique céleste, en rendant compte des caractères géométriques du relief des globes (*Syst. des forces,* etc., §§ 281-295); si en météorologie, elle fait entrevoir, par le calcul des périodes de la circulation, fonctions des mouvements astronomiques, la solution du problème de la prévision du temps ; — elle ne conduit pas, en physique générale, à des conséquences d'une portée moindre, puisque, pour ne citer que de grands ordres de faits, tous les rétablissements d'équilibre thermique ou électrique doivent tendre à produire de semblables mouvements de translation ; puisque l'on conçoit mécaniquement que le transport d'éther dans un sens déterminé accompagne, dans le courant électrique, les transports en sens inverses des deux électricités de signes contraires.

L'idée maîtresse de la vraie conception physique sera que ni la chaleur ni l'électricité ne sont des fluides matériels, comme le voulait l'ancienne physique; mais qu'il n'en existe pas moins de semblables fluides dans les corps, auxquels la force calorique et la force électrique impriment des mouvements. L'ancienne physique et la physique moderne caractérisent chacune une part seulement de la vérité.

Note additionnelle. — Je ne puis terminer ce premier travail sans mentionner un nouveau fait qu'il suffira d'énoncer pour en faire mesurer la portée, et qui confirme d'une manière éclatante le bien-fondé de nos déductions. On a vu qu'un appareil à magnétisme diminué (dans certaines limites), comme l'appareil III formé de deux aimants opposés, suit la marche de la déclinaison en l'amplifiant; ce fait, visible au premier coup d'œil dans les ondulations qui embrassent une certaine étendue (par exemple dans celles que définit la marche par décades, par mois), s'est trouvé vérifié même par des comparaisons d'observations journalières, comme le prouvent les exemples remarquables de nos figures 2, 3 et 4. Néanmoins, en thèse générale, la coïncidence de sens des écarts paraît être moins constante quand on réduit considérable-

la science; mais bien des systèmes organisés, dont les périodes de physique interne sont des fonctions mathématiques, entièrement déterminées, de leurs mouvements astronomiques. Le facteur fondamental de cette organisation, c'est la *circulation tellurique de l'éther*.

On suit très bien, en rapport avec cette grande question, les grands traits et pour ainsi dire la raison d'être du développement historique de la science. On voit très bien qu'avant de pouvoir aborder l'organisation des globes, qui constitue la partie la plus élevée de la création matérielle, — et quoique les idées fondamentales qui en sont la base aient été contemporaines (par Gilbert et Descartes) de celles de la science même des mouvements célestes (Kepler et Newton), — il fallait connaître dans leurs circonstances les plus délicates, les mouvements de ces globes, car leur organisation avec toutes ses périodes, séculaires et autres, en dépend mathématiquement jusque dans ses moindres détails.

L'établissement de la première partie de l'astronomie a ainsi occupé les trois siècles qui viennent de s'écouler; une phase nouvelle s'ouvre qui a maintenant pour mission la science des globes pris en eux-mêmes; et la découverte de la force directrice universelle dont ils sont le siège sera pour la connaissance de leur organisation dynamique propre, ce que la découverte de l'attraction a été pour la science de leurs mouvements.

Nous terminerons par quelques indications bibliographiques propres à mettre en évidence la trace historique des idées que nous présentons.

Gilbert, *De magnete... et de magno magnete tellure...*; Londres, 1600. (Idée que la terre est un aimant proprement dit.)

Descartes, *Principia philosophiæ*, Pars quarta, §§ CXLVI et seq. (La terre est un système à circulation matérielle.)

Watt, en 1828-29, Essais expérimentaux, dans *Edinburgh new philosophical Journal*, IV, pp. 16-29; VI, pp. 376-379; VI, pp. 379-383. (Mention de la variation de la déclinaison par l'adjonction d'une matière neutre à un aimant; idée d'un flux de substance marchant du Sud au Nord.)

Brück, *Électricité ou magnétisme du Globe*, Bruxelles, 3 vol., 1851, 1855, 1858. (Synthèse dans le sens de Descartes, mais en faisant dépendre la circulation des périodes astrono-

ment les intervalles de temps des observations comparatives, quand, par exemple, on s'astreint à la comparaison des mouvements journaliers.

La divergence des écarts, quand alors elle s'observe, est-elle accidentelle ou systématique? Pour le décider, il fallait comparer entre eux, non plus l'aimant saturé et un appareil à magnétisme diminué, mais deux appareils de magnétisme diminué identique, placés dans des conditions de lieu, de suspension, etc. différentes. C'est ce qui a été fait. On a mis ainsi en observation un second appareil magnétiquement identique à l'appareil III. Or ces deux appareils, même à l'égard des écarts journaliers dont nous parlions, présentent la même marche. *C'est donc que ces écarts ne sont pas accidentels, mais bien systématiques.* Quand l'un des deux instruments est en divergence avec la déclinaison du magnétomètre saturé, l'autre l'est aussi, et dans le même sens; *à tel point qu'en mettant en regard les diagrammes de ces deux*

miques. Loi de la formation du relief du globe par deux plans méridiens à angle droit. Comme chez Descartes, pas de notion d'une force directrice universelle due à la circulation et différente en nature de la force magnétique. Voyez un exposé abrégé du système de Brück dans l'*Histoire des sciences physiques en Belgique* (1830-1880) [dans *Cinquante ans de liberté*. Bruxelles, Weissenbruch, 1881; t. II, 1re partie].)

Sur la théorie générale du magnétisme terrestre (Ciel et Terre, 2e série, t. V, 1889).

Fortin, *Le magnétisme atmosphérique*, Paris, 1890. (Ouvrage de valeur théorique nulle ou négative; mais il y est question d'observations de corps neutres, et les recherches de l'auteur remonteraient à 1863; malheureusement ces observations ont été faites sans principe méthodique propre à isoler ce qui est systématique de ce qui est accidentel. A retenir seulement avec soin ce court passage qui semble indiquer que l'auteur a comparé des aimants à magnétismes différents, quoiqu'il n'en soit plus question ensuite : « Mon aiguille aimantée primitive me demeurant comme témoin, je me mis à l'œuvre pour rechercher de plus grandes amplitudes avec des aiguilles aimantées d'égales forces d'abord. » [P. 99].)

Etude sur le système des forces du monde physique (Mém. Acad. roy. de Belgique, t. XLVIII, 1892).

Données expérimentales concernant la théorie du magnétisme terrestre, dans Ciel et Terre, 13e année, pp. 49, 245, 269, 349; 14e année, pp. 293, 384.

Sur la corrélation qui existe entre le relief du globe et son système magnétique, dans *Comptes rendus* de la 10e conférence générale de l'Association géodésique internationale. Neuchâtel, 1893.

Observations de M. Rebeur-Paschwitz, dans *Astronomische Nachrichten*, t. CXXVI, p. 2; t. CXXX, p. 194. (Nous citons au moins pour mémoire ces observations, qui sont dans un rapport singulier avec la marche de la déclinaison magnétique, et dont la cause reste problématique.)

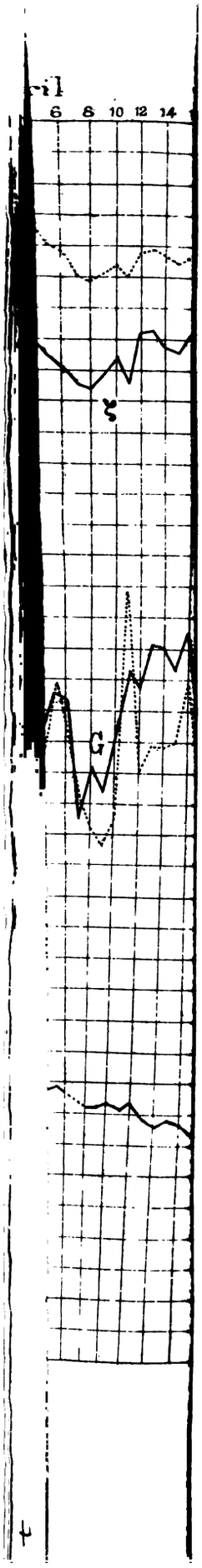
Observations de déclinomètres à moments magnétiques différents (Comptes rendus Acad. Sc. de Paris, séance du 17 juin 1895).

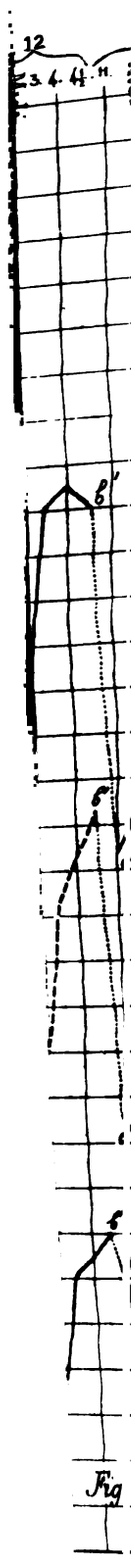
appareils et celui de la déclinaison classique, c'est cette dernière déclinaison que l'observateur non prévenu estimerait présenter des écarts accidentels.

On se trouve donc, dans le magnétisme du globe, en présence d'un phénomène très complexe, dont les termes superposés devront être isolés les uns des autres en faisant varier les paramètres des instruments, et il est dès à présent hors de doute qu'il y a à tracer par cette méthode, non pas une seule, mais une infinité de cartes magnétiques terrestres, ayant chacune une signification spéciale et toutes une égale valeur théorique. Quand on emploie les aimants saturés, on met en évidence, d'une manière approchée, la force magnétique proprement dite, qui résulte du potentiel magnétique du champ, et il convient de conserver le nom de *déclinaison* (et de même les autres noms classiques des éléments magnétiques) aux effets de cette force supposée seule agissante; on l'isolera par la méthode indiquée plus haut (§ 15). Quand on emploie des appareils à magnétisme diminué, on voit apparaître l'influence d'une autre action directrice, essentiellement différente en nature du magnétisme et dont les effets sont, non pas des accidents, mais l'expression d'autres termes systématiques propres à la constitution de la terre (on pourra désigner par *déviation, dépression* les éléments qui, dans l'étude de ces autres termes, correspondent à la *déclinaison*, à l'*inclinaison* magnétiques).

Le « magnétisme terrestre » est donc, en résumé, quelque chose de fort différent de ce que l'on conçoit aujourd'hui.

Il ne dépend pas seulement, à la manière de l'attraction du globe, d'un potentiel d'action à distance; il dépend encore d'un agent dont les effets locaux, multiples et complexes, lui donnent un caractère qui le rapproche des éléments météorologiques. Les observations actuelles font d'ailleurs beaucoup plus que de révéler seulement l'existence de cet agent et d'ouvrir une voie inattendue aux spéculations théoriques; comme vient le prouver surabondamment le fait nouveau que nous tenions tout au moins à mentionner, obligé que nous sommes d'en renvoyer le diagramme à un travail ultérieur, elles fournissent d'emblée la méthode suffisante pour étudier cet agent sous tous ses aspects, c'est-à-dire pour en isoler tous les facteurs, et ce doit nous être assez de les présenter actuellement à ce seul titre qu'elles multiplient, nous pourrions dire par l'infini, le champ immédiat de l'observation pratique.


6
8
10
12
14
G


12
3 4 4 11
b'
c'
c
Fig

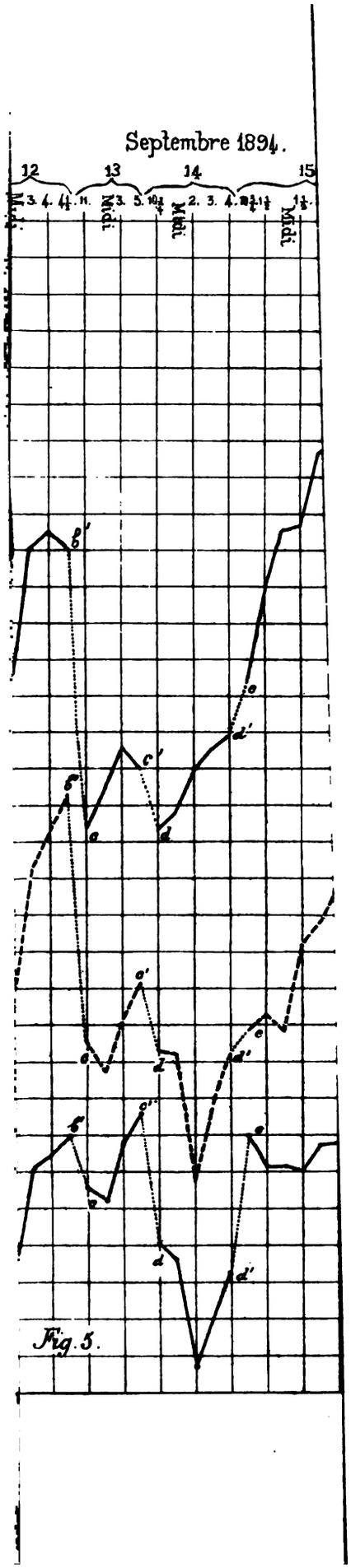

Septembre 1894.
12
13
14
15
Midi.
Midi.
Midi.
Midi.
b'
c'
d'
e
a
b
c
d
a'
b'
c'
d'
e
a''
b''
c''
d''
e

Fig. 5.

DES

POLYÈDRES SUPERPOSABLES

A LEUR IMAGE

PAR

G. CESÀRO

CORRESPONDANT DE L'ACADÉMIE ROYALE DE BELGIQUE
PROFESSEUR DE CRISTALLOGRAPHIE ET DE MINÉRALOGIE A L'UNIVERSITÉ DE LIÉGE

(Présenté à la Classe des sciences dans la séance du 1er février 1896.)

INTRODUCTION.

Dans un mémoire antérieur (*), nous avons cherché les conditions nécessaires et suffisantes pour qu'un polyèdre soit superposable à son image. Le but de ce nouveau mémoire est de *compléter* et *simplifier* le premier :

a) Nous étions parvenu à ce fait qu'il existe des polyèdres superposables à leur image par une rotation $\frac{2\pi}{n}$, moindre que π, autour d'un axe que nous avons désigné par A_{-n} et nommé *axe multiple de symétrie inverse*. Or, une question importante se présente : Existe-t-il des polyèdres possédant plusieurs de ces axes, c'est-à-dire : est-il possible de construire un polyèdre pouvant être amené en coïncidence avec son symétrique par des rotations plus petites que π, et cela autour de plusieurs axes différents ? C'est cette question, non encore résolue, que nous traitons dans le présent mémoire. Nos recherches n'ajoutent aucune classe nouvelle aux polyèdres symétriques

(*) *Bull. de l'Acad. royale de Belgique*, 3e série, t. XXII, nos 9-10, p. 226, 1891.

connus, parce que la seule (*) classe possédant plusieurs axes multiples inverses possède aussi des plans de symétrie et, par là, n'a pas échappé à nos devanciers.

b) Dans l'ancien mémoire, le principe de la recherche était le suivant :

Si l'on mène par le centre de symétrie (**) un plan perpendiculaire à l'axe, en tournant autour duquel le polyèdre peut venir se superposer à son image, les sections, déterminées par ce plan respectivement dans le polyèdre et dans l'image, viendront nécessairement se superposer lors de la coïncidence de ces polyèdres; par cette observation, le problème est ramené à la recherche des différents moyens par lesquels on peut amener une figure plane sur sa symétrique, prise par rapport à un point de son plan, par rotation autour d'un axe normal à ce dernier. Si la figure ne peut occuper dans la plan aucune autre position identique en apparence à celle qu'elle y occupe, la solution est immédiate; dans le cas contraire, on est amené à faire une suite d'hypothèses, qui compliquent la recherche.

Voici l'idée qui a servi de point de départ au mémoire actuel :

Si l'on pouvait préciser un point du polyèdre et un point de l'image qui nécessairement doivent venir en coïncidence lors de la superposition, et cela quel que soit l'ordre de superposition des sommets, la recherche se trouverait considérablement simplifiée; car, en supprimant la translation, l'axe qui doit amener la superposition devra nécessairement passer par le point de l'image ainsi déterminé. Or, ce point existe et c'est précisément le centre de gravité (***) du polyèdre : *Le centre de gravité d'un système de points a pour symétrique le centre de gravité du système symétrique.*

(*) Nous parlons évidemment ici de polyèdres n'ayant pas de centre. La combinaison dont il s'agit, réalisée dans le tétraèdre régulier, comprend trois axes quaternaires inverses et six plans de symétrie.

(**) Point par rapport auquel le symétrique du polyèdre considéré a été construit.

(***) *Centre des moyennes distances* des points du système.

Différentes classes de polyèdres superposables à leur image. — A première vue, le nombre de ces classes paraît illimité; mais on arrive rapidement, par la méthode précédente, à établir les limites entre lesquelles il faut chercher. En mettant de côté les polyèdres centrés, déjà en coïncidence avec leur image, et les polyèdres ne possédant qu'un plan de symétrie, qui se superposent à leur image par une rotation d'amplitude π autour d'une normale à ce plan, on trouve que la condition à laquelle doit satisfaire un axe pour pouvoir amener un polyèdre $\mathfrak{X}$ sur son image $\mathfrak{X}'$ est qu'il doit être un axe de symétrie directe, d'ordre pair, du système $\mathfrak{X}\mathfrak{X}'$, c'est-à-dire que : pour qu'un polyèdre soit superposable à son image, l'ensemble de points composé par le système et par son image doit posséder des axes de symétrie, c'est-à-dire présenter une des sept combinaisons axiales possibles dans les *polyèdres qui peuvent occuper dans l'espace plusieurs positions identiques en apparence* (*). Quant à $\mathfrak{X}$ lui-même, on démontre qu'il doit aussi présenter une de ces combinaisons axiales, que son symbole se déduit de celui de $\mathfrak{X}\mathfrak{X}'$ en divisant par un nombre pair l'ordre d'un ou de plusieurs axes d'ordre pair de ce dernier système.

En s'aidant de quelques considérations auxiliaires très simples, on parvient ainsi a établir qu'il ne peut exister que *huit classes de polyèdres, sans centre, superposables à leur image.*

Quant aux polyèdres centrés, on établit immédiatement que, si l'on fait abstraction des polyèdres n'ayant que le centre comme élément de symétrie, les seules combinaisons possibles sont les sept citées ci-dessus, combinaisons dans lesquelles la présence du centre ajoute un plan de symétrie normalement à chaque axe d'ordre pair. On obtient ainsi *neuf classes de polyèdres centrés.*

(*) Voir : *Mém. couron. et Mém. des sav. étrang. Acad. roy. de Belgique*, t. LIII. p. 22, 1893. — Pour plus de comodité, nous scindons la quatrième classe en deux, suivant que n est pair ou impair.

On peut remplacer l'idée du plan de symétrie par celle de l'axe inverse, d'ordre pair non multiple de 4, qui lui est perpendiculaire. Ce remplacement présente les avantages suivants :

1° Tous les éléments qui rendent un polyèdre superposable à son image sont réduits à des axes ;

2° Un plan de symétrie peut être hétéropolaire, c'est-à-dire qu'il se peut que le polyèdre ne puisse pas être introduit dans le moule qu'il détermine dans l'espace lorsqu'on remplace l'une des faces du plan de symétrie par l'autre (*); cette particularité importante, qui n'est pas indiquée par le symbole habituel P, le sera nettement par l'hétéropolarité de l'axe inverse qui est perpendiculaire au plan de symétrie ;

3° L'idée du plan de symétrie est une idée complexe, qui n'est pas bien rendue par le symbole habituel ; il y a des plans de symétrie de plusieurs ordres : les uns sont normaux à des droites amenant le polyèdre sur son image par une rotation d'amplitude π ; dans les autres, une rotation $\frac{\pi}{3}$, $\frac{\pi}{5}$, etc., suffit pour amener cette coïncidence ;

4° On sait que : si un polyèdre possède N axes simples λ^n, de même espèce, P axes simples λ^p, de même espèce, etc., on a (**)

$$(1). \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad Nn = Pp = \cdots = \nu,$$

ν désignant le nombre de positions identiques en apparence que le polyèdre peut occuper dans l'espace. L'introduction des plans de symétrie paraît altérer la régularité du symbole axial, tandis que celle-ci est rétablie si l'on remplace ces plans par les λ_{-2} correspondants. Ainsi, le symbole habituel du tétraèdre régulier

$$3A^2, \quad 4A^3, \quad 6P,$$

(*) Comme il arrive, par exemple, pour le prisme triangulaire droit à base scalène.

(**) *Des polyèdres qui peuvent occuper*, etc., LOC. CIT., p. 13.

deviendra

$$3\begin{pmatrix}\lambda\\ \lambda\end{pmatrix}^2_{-4},\quad 4\begin{pmatrix}\lambda\\ \lambda'\end{pmatrix}^3,\quad 6\begin{pmatrix}\lambda\\ \lambda\end{pmatrix}^1_{-2};$$

ce symbole montre que le polyèdre possède

$$6\lambda^2_{-4},\quad 4\lambda^3,\quad 4\lambda'^3,\quad 12\lambda^1_{-2},$$

et l'on a

$$\nu = 6.2 = 4.3 = 12.1\ (*).$$

La relation (1) est aussi vérifiée dans les polyèdres centrés : elle l'est évidemment si le polyèdre possède des axes inverses qui seront, à cause de la présence du centre, des axes directs du même ordre que les premiers; dans le cas où le polyèdre n'a que le centre, il n'existe comme éléments de symétrie que des $\begin{pmatrix}\lambda\\ \lambda'\end{pmatrix}^1_{-1}$; leur nombre est infini; mais, comme il est facile de le voir, deux axes simples quelconques étant d'espèces différentes, la relation (1) est encore vérifiée, car on a : $\nu = 1$.

Nous avons omis les théorèmes bien connus sur les plans de symétrie, comme par exemple :

Si un polyèdre possède en tout n *plans de symétrie passant par une droite, celle-ci est un axe de symétrie de l'ordre* n (**).

D'ailleurs, ces théorèmes peuvent se démontrer en suivant la marche exposée dans le mémoire cité ci-dessus (***), en remplaçant les plans de symétrie par les axes inverses qui leur sont perpendiculaires.

L'ensemble du présent mémoire et de celui sur les *Polyèdres qui peuvent occuper dans l'espace plusieurs positions identiques en apparence* constitue l'étude complète des *Polyèdres symétriques.*

(*) Voir théorème VI du présent mémoire.

(**) Nous avons déjà fait observer que la démonstration habituelle de ce théorème est *inexacte.* Loc. cit., p. 6.

(***) Loc. cit., p. 10. Théorèmes V, VI et VII.

Cette étude montre l'existence de *vingt-quatre* classes de *polyèdres symétriques,* se subdivisant ainsi :

Sept classes de polyèdres *superposables à eux-mêmes* par une rotation moindre que π autour de certains axes, mais *non superposables à leur image;*

Deux classes de polyèdres *ne possédant pas des axes directs* mais *superposables à leur image;*

Quinze classes de polyèdres *possédant des axes directs* et, en même temps, *superposables à leur image.*

On peut, en partant de là, établir une classification des polyèdres; il suffira d'ajouter aux vingt-quatre classes ci-dessus une vingt-cinquième classe comprenant les polyèdres dépourvus d'éléments de symétrie. Cette classification sera surtout utile dans une étude dans laquelle le nombre de sommets, ainsi que la forme des faces, importe peu, le squelette axial étant le seul élément important à envisager, comme il arrive, par exemple, en cristallographie.

DES

POLYÈDRES SUPERPOSABLES

A LEUR IMAGE

Définitions. — Lorsqu'un polyèdre, en tournant autour d'un axe, vient se superposer, autrement que par un tour complet, à sa position initiale, nous dirons qu'il y a *restitution directe;* lorsque au contraire le polyèdre vient se superposer à la position symétrique de sa position initiale, nous dirons qu'il y a *restitution inverse.* L'axe en tournant autour duquel le polyèdre peut venir se superposer à son image sera appelé *axe de symétrie inverse,* ou *axe inverse.* Si $\frac{2\pi}{n}$ est la plus petite rotation qui peut amener la restitution inverse autour d'un axe, celui-ci sera appelé *axe inverse de l'ordre* n et sera désigné par Λ_{-n}. Un axe dont l'ordre est supérieur à 2 sera appelé axe *multiple.*

Nous verrons que tous les axes inverses d'un polyèdre se coupent en un même point; si, en partant de ce point, on s'achemine vers une des extrémités de l'axe, la droite ainsi parcourue sera un *axe simple;* l'axe total, formé de deux axes simples, sera appelé *axe composé* ou, plus simplement, *axe.* Un axe inverse simple de l'ordre n sera désigné par λ_{-n}. Deux *axes simples* d'un polyèdre sont dits *de même espèce* lorsqu'on peut introduire le polyèdre dans le moule qu'il détermine dans l'espace en y mettant l'un des axes à la place que l'autre y occupait.

Un axe composé est dit *isopolaire* ou *hétéropolaire,* suivant que les deux axes simples qui le composent sont de même espèce ou d'espèces différentes.

Dans ce qui suit, le symétrique du polyèdre est supposé *construit par rapport à un point,* qui sera appelé *centre de symétrie.*

THÉORÈME I.

Le centre de gravité d'un polyèdre a pour symétrique le centre de gravité du polyèdre symétrique.

Prenons pour origine le centre de symétrie. Si xyz est un point du système $\mathfrak{X}$ rapporté à trois axes coordonnés quelconques, $\overline{xyz}$ sera le point correspondant du système $\mathfrak{X}'$; or, si le système $\mathfrak{X}$ est formé de n points, son centre de gravité a pour coordonnées

$$\frac{\Sigma(x)}{n}, \quad \frac{\Sigma(y)}{n}, \quad \frac{\Sigma(z)}{n};$$

le point symétrique de ce centre de gravité aura pour coordonnées

$$-\frac{\Sigma(x)}{n}, \quad -\frac{\Sigma(y)}{n}, \quad -\frac{\Sigma(z)}{n}$$

et coïncidera, par conséquent, avec le centre de gravité de $\mathfrak{X}'$, point qui est déterminé par les coordonnées

$$\frac{\Sigma(-x)}{n}, \quad \frac{\Sigma(-y)}{n}, \quad \frac{\Sigma(-z)}{n}.$$

COROLLAIRE I. — *Le symétrique d'un polyèdre, pris par rapport à son centre de gravité, a même centre de gravité que le polyèdre lui-même.*

COROLLAIRE II. — *Si un polyèdre* non centré *est superposable à son symétrique, en construisant ce dernier par rapport au centre de gravité du polyèdre, la superposition pourra être obtenue par une simple rotation, qui s'effectuera nécessairement autour d'un axe passant par le centre de gravité commun du polyèdre et de son symétrique.*

En effet : soient $\mathfrak{X}$ le polyèdre, $\mathfrak{X}'$ son image, G et G′ leurs centres de gravité. Pendant la rotation qui amène $\mathfrak{X}$ sur $\mathfrak{X}'$, G′ est fixe; G, qui coïncide avec G′ dans sa position initiale, vient encore se superposer à G′ dans sa position finale, au moment où la restitution inverse est obtenue; comme G décrit une circonférence autour de l'axe de rotation, il s'ensuit que : ou bien cet axe de rotation passe par G′, ou bien la rotation effectuée est d'une circonférence entière. Dans le premier cas, on conclut que l'axe de symétrie inverse passe par le centre de gravité du polyèdre; dans le dernier cas, $\mathfrak{X}$ est

déjà en coïncidence avec $\mathfrak{X}'$, dans sa position initiale, et le polyèdre est centré. Dans un polyèdre centré, la restitution inverse peut évidemment être obtenue par une rotation 2π autour d'un axe quelconque, qui n'est plus assujetti à passer nécessairement par le centre de gravité du polyèdre.

Observation. — Dans ce qui suit, $\mathfrak{X}$ est le polyèdre, $\mathfrak{X}'$ le symétrique pris par rapport à son centre de gravité.

THÉORÈME II.

Un polyèdre et son image ont même symbole axial direct.

On sait que tous les axes directs d'un polyèdre se coupent en son centre de gravité (*), de sorte que le symétrique d'un axe coïncide avec l'axe lui-même. En outre, tout axe de l'ordre n d'un polyèdre est aussi un axe de même ordre dans l'image. En effet : soit L (fig. 1) (**) un A^n de $\mathfrak{X}$, A' un sommet

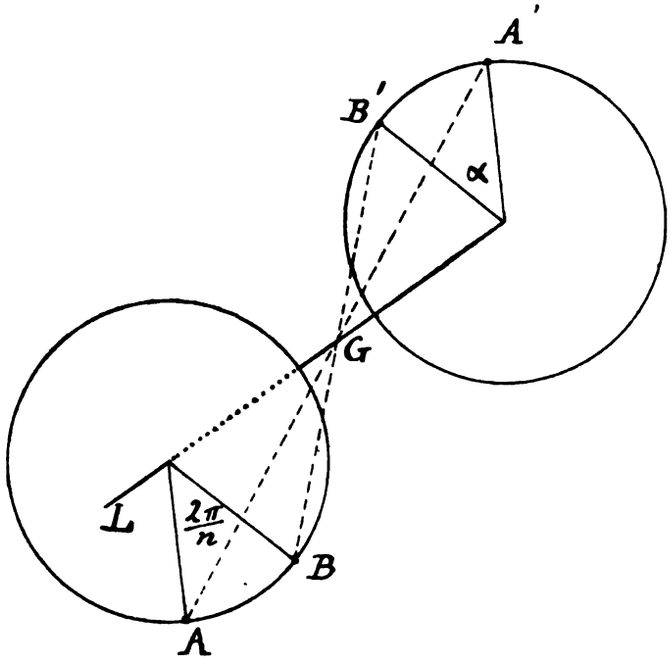


FIG. 1.

quelconque de $\mathfrak{X}'$, A le sommet correspondant de $\mathfrak{X}$. Une rotation $\frac{2\pi}{n}$, autour de L, amène A en un point B, qui est un sommet de $\mathfrak{X}$, donnant symétri-

(*) LOC. CIT., p. 7.

(**) Projection oblique sur un plan normal à L.

quement en B′ un sommet de $\mathfrak{P}'$. On voit aisément que $\alpha = \frac{2\pi}{n}$ et que, par conséquent, une rotation $\frac{2\pi}{n}$ autour de L amène un sommet quelconque A′ de l'image en un sommet B′ du même polyèdre. Il suit de là que L, dans l'image, est un axe dont l'ordre est n ou un de ses multiples. Mais il est facile de voir que cet ordre doit être précisément n. En effet : si, dans $\mathfrak{P}'$, L était, par exemple, de l'ordre $2n$, d'après ce qui précède, dans le polyèdre $\mathfrak{P}$, symétrique de $\mathfrak{P}'$, L serait *au moins* de l'ordre $2n$, ce qui est contraire à l'hypothèse.

Corollaire. — *Tout* A^n *d'un polyèdre est aussi un axe de l'ensemble formé par le polyèdre et son image, mais, dans cet ensemble, il est d'ordre* $kn(k \geq 1)$.

THÉORÈME III.

Toute rotation qui amène un polyèdre non centré $\mathfrak{P}$ *sur* $\mathfrak{P}'$ *supposé fixe, amène* simultanément $\mathfrak{P}'$ *supposé mobile sur la position initiale de* $\mathfrak{P}$. *Pour que* $\mathfrak{P}$ *soit superposable à* $\mathfrak{P}'$, *il faut que l'ensemble* $\mathfrak{P}\mathfrak{P}'$ *représente un des systèmes qui peuvent occuper dans l'espace plusieurs positions identiques en apparence. L'axe inverse de* $\mathfrak{P}$, *s'il est* multiple, *nécessairement d'ordre pair* $2n$, *doit être un axe direct des systèmes* $\mathfrak{P}$ *et* $\mathfrak{P}\mathfrak{P}'$; *dans* $\mathfrak{P}$, *son ordre est* n ; *dans* $\mathfrak{P}\mathfrak{P}'$, *il est d'ordre* $2kn$, k *étant un entier. Lorsque l'axe inverse est un axe* binaire, *dans* $\mathfrak{P}$ *il n'est plus un axe de symétrie, mais, perpendiculairement à cet axe, il existe, dans ce dernier polyèdre, un plan de symétrie.*

Soit (fig. 2) L l'axe en tournant autour duquel $\mathfrak{P}$ peut venir se superposer à $\mathfrak{P}'$, G le centre de gravité, ω *la plus petite rotation* qui amène la restitution inverse autour de L, A′ un sommet quelconque de $\mathfrak{P}'$. En joignant GA′ et prenant GA = GA′, nous aurons en A un sommet de $\mathfrak{P}$, qui, par la rotation ω, vient en B′, sommet de $\mathfrak{P}'$; le point B, symétrique de B′, représente donc un sommet de $\mathfrak{P}$ dans sa position initiale. Il suit de là que, si l'on suppose $\mathfrak{P}'$ mobile, la rotation ω qui amène $\mathfrak{P}$ sur la position initiale de $\mathfrak{P}'$, amène *en même temps* un sommet quelconque A′ de ce dernier polyèdre sur un sommet B de la position initiale de $\mathfrak{P}$. C'est ce qu'il fallait démontrer en premier lieu.

Considérons l'ensemble $\mathfrak{L}\mathfrak{L}'$ et imprimons à ce système une rotation ω autour de L; comme $\mathfrak{L}$ vient en la position initiale de $\mathfrak{L}'$, et $\mathfrak{L}'$ en la posi-

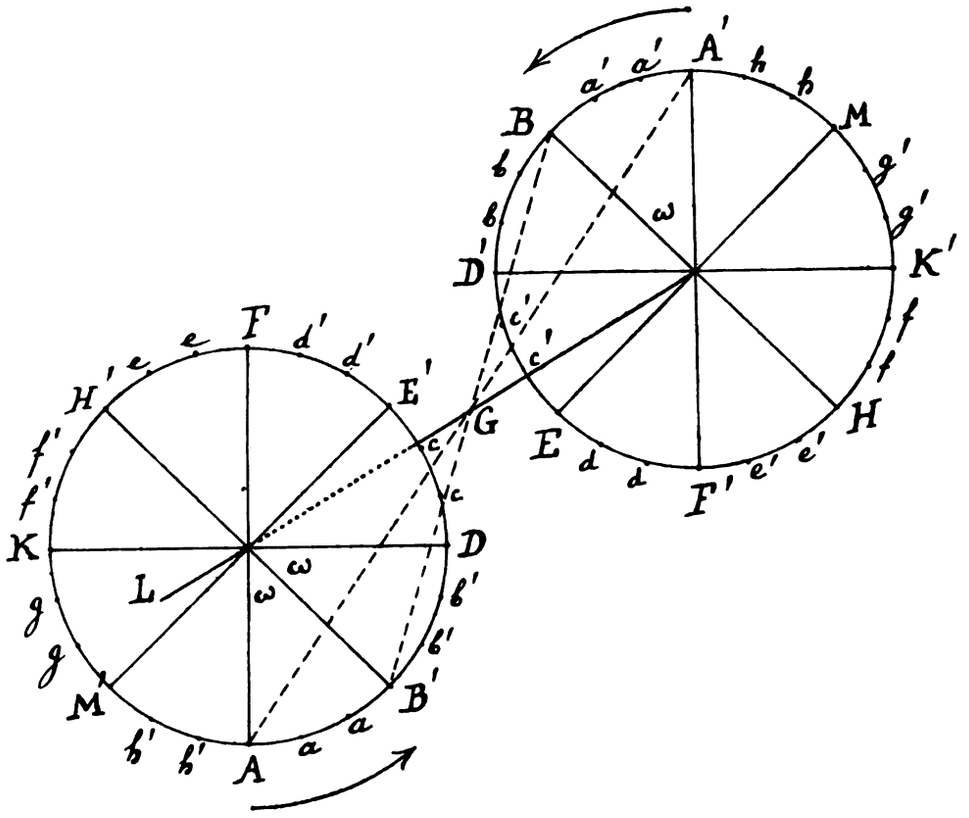


Fig. 2.

tion initiale de $\mathfrak{L}$, il s'ensuit que la rotation ω, effectuée autour de L, amène la restitution directe dans $\mathfrak{L}\mathfrak{L}'$, c'est-à-dire que L est un axe direct de ce système; par conséquent $\mathfrak{L}\mathfrak{L}'$ doit présenter une des sept combinaisons axiales possibles dans les polyèdres qui peuvent occuper dans l'espace plusieurs positions identiques en apparence. Il suit aussi de ce qui précède (*), que ω est *commensurable* avec la circonférence.

En troisième lieu, il est facile de voir que, si L est un axe *multiple*

(*) Loc. cit., p. 7. Théorème II.

inverse, c'est-à-dire si $\omega < 180°$, L est aussi un axe direct du polyèdre $\mathfrak{X}$. En effet : la rotation ω amène B en D′, dont le symétrique D est un sommet de $\mathfrak{X}$ dans sa position initiale; une rotation 2ω autour de L amène donc un sommet quelconque A de $\mathfrak{X}$ sur un sommet du même polyèdre (différent du premier, vu que $2\omega < 360°$); donc L est aussi un axe direct de $\mathfrak{X}$, qui est aussi assujetti à présenter une des sept combinaisons axiales possibles.

Pour déterminer l'ordre (*) de l'axe L dans $\mathfrak{X}$, il faut chercher la plus petite rotation qui amène la restitution directe; or, il est facile de voir que cette rotation est 2ω. En effet : supposons $\mathfrak{X}$ mobile, $\mathfrak{X}'$ fixe; si, pendant la rotation 2ω qui amène le sommet A en D, on rencontrait une position $\mathfrak{X}_1$ identique en apparence à $\mathfrak{X}$, si cette position est intermédiaire entre $\mathfrak{X}$ et $\mathfrak{X}'$, on pourrait, en continuant la rotation, amener $\mathfrak{X}_1$, c'est-à-dire en définitive le polyèdre pris dans sa position initiale, sur *son symétrique* $\mathfrak{X}'$, par une rotation plus petite que ω, ce qui est contraire à l'hypothèse; on arriverait au même résultat, par une rotation effectuée en sens inverse, si $\mathfrak{X}_1$ se trouvait au delà de $\mathfrak{X}'$. Si n est l'ordre de l'axe direct L dans $\mathfrak{X}$, on a : $2\omega = \frac{2\pi}{n}$ (**), et, par conséquent, $\omega = \frac{\pi}{n}$; de sorte qu'un A_{-2n} d'un polyèdre est, en même temps, un A^n du même polyèdre, et pourra être noté :

$$A^n_{-2n}.$$

Quant à l'ordre de l'axe L dans l'ensemble $\mathfrak{P}\mathfrak{P}'$, il est d'abord évident qu'il est *au moins* égal à $2n$, vu que la rotation $\omega = \frac{\pi}{n}$ y amène la restitution directe; mais, il est facile de s'assurer que cet ordre peut être un multiple de $2n$: Que l'on place, en effet, entre A et B′, un certain nombre de sommets a (deux, par exemple,) appartenant à $\mathfrak{P}$, également espacés, entraînant, entre A′ et B, deux sommets a', appartenant à $\mathfrak{P}'$ et distribués de la même façon; que l'on place aussi, entre B et D′, deux sommets b entraînant, entre B′ et D, deux sommets b', et ainsi de suite. Considérons le système des 24 points AaaBbb..... Mhh ainsi déterminé,

(*) Loc. cit., p 9.

(**) n étant un entier. Voir : loc. cit., Théorèmes II et III.

système qui a toujours son centre de gravité en G. La plus petite rotation qui amène la restitution inverse est $\omega = \frac{\pi}{4}$, de sorte que L est un Λ_{-8} de $\mathfrak{P}$; comme il l'a été démontré ci-dessus, la plus petite rotation qui amènera la restitution directe dans $\mathfrak{P}$ sera $2\omega = \frac{\pi}{2}$, de sorte que L est un Λ^4 du polyèdre $\mathfrak{P}$; mais, dans l'ensemble $\mathfrak{P}\mathfrak{P}'$, une rotation $\frac{\omega}{3} = \frac{\pi}{12}$ suffit pour amener la restitution directe, certains sommets de $\mathfrak{P}$ venant se placer sur des sommets de $\mathfrak{P}$, d'autres sur des sommets de $\mathfrak{P}'$, de sorte que, dans $\mathfrak{P}\mathfrak{P}'$, l'axe L est un Λ^{24}. Ainsi, en désignant, comme ci-dessus, par $2n$ l'ordre d'un axe inverse possédé par un polyèdre $\mathfrak{P}$, cet axe sera un axe direct d'ordre n dans $\mathfrak{P}$, et un axe direct d'ordre $2kn$ dans le système formé par l'ensemble du polyèdre et de son image.

Considérons, en dernier lieu, le cas où L est un axe *binaire inverse*, c'est-à-dire supposons : $\omega = 180°$. La plus petite rotation qui amènera la restitution directe dans $\mathfrak{P}$ sera de 360°, de façon que L *n'est plus un axe de symétrie de* $\mathfrak{P}$. Dans ce cas, si A est un sommet quelconque de $\mathfrak{P}$, F sera un sommet de $\mathfrak{P}'$ et F′ un sommet de $\mathfrak{P}$, de sorte que le plan mené par G, normalement à l'axe binaire inverse, est un plan de symétrie de $\mathfrak{P}$. Dans $\mathfrak{P}\mathfrak{P}'$, L est un Λ^2 ou un axe multiple d'ordre pair.

COROLLAIRE I. — *Lorsque* $\mathfrak{P}$ *est superposable à son image, l'ensemble* $\mathfrak{P}\mathfrak{P}'$ *a un symbole axial direct plus complexe que celui de* $\mathfrak{P}$.

En effet, d'après le corollaire du théorème II, les Λ^n de $\mathfrak{P}$ sont dans $\mathfrak{P}\mathfrak{P}'$ des axes de symétrie dont l'ordre est au moins n; mais, comme il doit exister dans $\mathfrak{P}$ au moins un axe inverse, si cet axe est multiple, il est dirigé suivant un Λ^n, qui dans $\mathfrak{P}\mathfrak{P}'$ devient un axe direct dont l'ordre est au moins $2n$; si l'axe inverse est binaire, il n'est pas un axe direct de $\mathfrak{P}$, mais devient dans $\mathfrak{P}\mathfrak{P}'$ un axe dont l'ordre est au moins 2. Donc, etc.

COROLLAIRE II. — *Si* $\frac{\pi}{n}$ *est la plus petite rotation, amenant, autour d'un certain axe, le polyèdre sur son symétrique, les rotations*

$$\frac{3\pi}{n}, \quad \frac{5\pi}{n}, \quad \frac{7\pi}{n}, \text{ etc.},$$

effectuées autour du même axe, amèneront aussi le polyèdre sur son image; au contraire, les rotations

$$\frac{2\pi}{n}, \quad \frac{4\pi}{n}, \quad \frac{6\pi}{n}, \text{ etc.,}$$

amèneront le polyèdre en coïncidence avec lui-même.

COROLLAIRE III. — *Un polyèdre et son image, qu'ils soient superposables ou non superposables, possèdent les mêmes éléments de symétrie.*

En effet, le théorème II démontre la propriété pour les axes directs, le théorème III pour les axes inverses.

Observons que deux axes qui se correspondent dans un polyèdre et dans son image, tout en étant de même ordre, peuvent être d'espèces différentes.

THÉORÈME IV.

Il ne peut exister que trois classes de polyèdres superposables à leur image :

1° *Les polyèdres qui ont un centre ;*

2° *Les polyèdres possédant des plans de symétrie ;*

3° *Les polyèdres qui, sans avoir de centre ni de plans de symétrie, possèdent un axe de symétrie d'ordre* 2n, *normalement auquel les sections également distantes du centre de gravité sont deux à deux égales et tournées l'une par rapport à l'autre d'un angle* $\frac{\pi}{2n}$.

En effet :

Si $\mathfrak{X}$ et $\mathfrak{X}'$ sont en coïncidence, c'est que le centre de gravité est un centre du polyèdre.

Si $\mathfrak{X}$ est distinct de $\mathfrak{X}'$, le théorème III montre que l'axe inverse pouvant amener la superposition des deux polyèdres est nécessairement d'ordre pair, de sorte qu'il n'y a que deux cas possibles : ou l'axe inverse est de la forme $\Lambda_{-2(2n+1)}$, ou il est de la forme Λ_{-4n}.

Dans le premier cas, si ω est la plus petite rotation amenant la restitution inverse, on a : $\pi = (2n+1)\omega$, de sorte que la demi-circonférence se trouvant

divisée en un nombre impair de parties égales, à tout sommet A (fig. 3) correspondra dans $\mathfrak{L}$ un sommet E symétrique du premier par rapport au

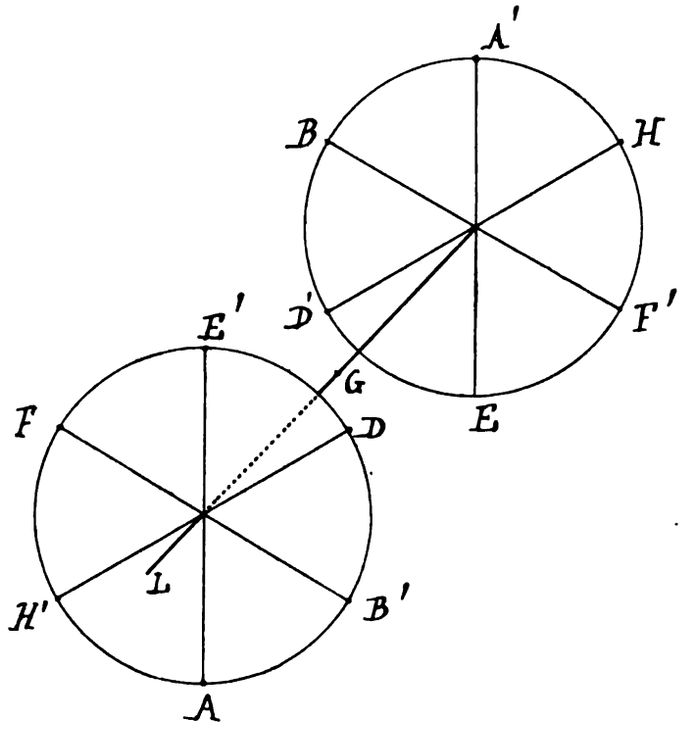


FIG. 3.

plan passant par le centre de gravité et normal à l'axe considéré. Le polyèdre admet donc un plan de symétrie.

Dans le second cas (fig. 2), on a : $\pi = 2n\omega$; la demi-circonférence se trouve divisée en un nombre pair de parties égales; le polyèdre $\mathfrak{L}$ n'aura ni centre ni plan de symétrie normal à l'axe, mais les sections normales à cet axe, équidistantes du centre de gravité, sont égales et tournées réciproquement de $\omega = \frac{\pi}{2n}$.

THÉORÈME V.

Tout axe binaire inverse, dans un polyèdre non centré, ne peut être dirigé suivant un axe direct du polyèdre.

S'il existe dans le polyèdre un axe unique d'un certain ordre, tout Λ_{-2} *doit lui être perpendiculaire.*

Si le polyèdre possède plusieurs axes de même ordre et qu'il existe un Λ_{-2}, *ce dernier sera dirigé suivant la bissectrice d'un des angles que font entre eux deux quelconques de ces axes de même ordre, axes qui peuvent être d'espèces différentes.*

La première partie découle immédiatement de la fin du théorème III. Soit, en second lieu, L un axe de $\mathfrak{L}$; faisons subir à ce polyèdre une rotation de 180° autour du Λ_{-2}; la position L′ (fig. 4) que prendra L appartient à $\mathfrak{L}'$ et est aussi, par conséquent, un axe de $\mathfrak{L}$ du même ordre que L (théorème III, corollaire II). Donc : si L est unique de son ordre, il est nécessairement normal au Λ_{-2}; s'il existe plusieurs axes de même ordre que L, le Λ_{-2} sera nécessairement la bissectrice de l'angle formé par deux de ces axes.

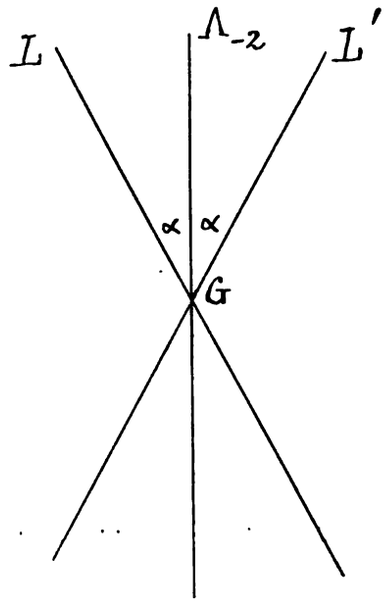


FIG. 4.

THÉORÈME VI.

Si R, R′, *etc., sont les nombres respectifs d'*AXES BINAIRES INVERSES SIMPLES, *d'espèces différentes, d'un polyèdre non centré, on a :*

$$R = R' = R'' = \cdots = \nu,$$

ν représentant le nombre de positions identiques en apparence que le polyèdre peut occuper dans l'espace.

Marquons, dans le moule déterminé par le polyèdre dans l'espace, la place qu'y occupe un λ_{-2} de la première espèce; comme ce λ_{-2} *n'est pas un axe direct* du polyèdre, celui-ci ne peut être introduit dans le moule avec le λ_{-2} considéré, dirigé comme il l'est actuellement, que d'une seule façon. Si, après avoir extrait le polyèdre du moule, on l'y introduit en mettant, à la place du λ_{-2} considéré en premier lieu, un autre axe de même espèce, on obtiendra une nouvelle position différente de la première, et une seule. Lorsqu'on aura introduit, à la place du premier, tous les λ_{-2} de même espèce, on aura évidemment obtenu *toutes* les positions identiques en apparence que

le polyèdre peut occuper dans l'espace. Si donc R est le nombre des λ_{-2} de l'espèce considérée, on aura

$$\nu = R; \text{ donc, etc.}$$

COROLLAIRE. — *Si un polyèdre possède* N *axes composés d'ordre* n *isopolaires, de même espèce,* P *axes hétéropolaires d'ordre* p, *de même espèce,* Q *axes binaires inverses isopolaires de même espèce, et* R *axes binaires inverses hétéropolaires, de même espèce, c'est-à-dire si son symbole de symétrie est*

$$N\left(\lambda\right)^{n},\quad P\left(\lambda\right)^{p},\quad Q\left(\lambda\right)^{1}_{-2},\quad R\left(\lambda\right)^{1}_{-2},$$

on a

$$\nu = 2Nn = Pp = 2Q = R\ (*).$$

THÉORÈME VII.

La combinaison de deux axes inverses, par la règle d'Euler (**), *donne un axe direct; la combinaison d'un axe inverse et d'un axe direct donne un axe inverse.*

En effet : la rotation effectuée autour du premier axe inverse amène $\mathfrak{X}$ en $\mathfrak{X}'$; comme le second axe inverse, pris dans sa position initiale, est aussi un axe inverse de $\mathfrak{X}'$, la seconde rotation amènera $\mathfrak{X}'$ sur son symétrique, c'est-à-dire sur $\mathfrak{X}$ pris dans sa position initiale. Donc, l'axe résultant est un axe direct de $\mathfrak{X}$.

La seconde partie du théorème se démontre de même.

THÉORÈME VIII.

Si un polyèdre ne possède qu'un axe inverse, cet axe est nécessairement hétéropolaire.

En effet : supposons, s'il est possible, que l'axe inverse soit isopolaire et par conséquent formé par la jonction de deux λ_{-2n} de même espèce.

(*) Voir : Loc. cit., Théorème VIII, p. 13.
(**) Voir : Loc. cit., p. 23.

Pour amener un de ces λ_{-2n} à la place de l'autre, dans le moule que le polyèdre détermine dans l'espace, nous retournons d'abord l'axe dont il s'agit, bout à bout, puis nous ajustons le polyèdre, pour qu'il puisse être introduit dans le moule, en le faisant tourner autour du Λ_{-2n}. Le polyèdre aura donc subi deux rotations : l'une, d'amplitude π, autour d'une normale au Λ_{-2n}, l'autre, d'amplitude ω, autour du Λ_{-2n} lui-même; or, ces deux rotations équivalent (*) à une rotation unique, d'amplitude π, effectuée autour d'une droite L normale au Λ_{-2n} et faisant un angle $\frac{\omega}{2}$ avec la droite qui a servi au retournement; donc, le polyèdre possède en L un axe direct d'ordre pair. Cet axe, combiné au Λ_{-2n}, donne, d'après le théorème VII, un nouvel axe inverse. Le polyèdre posséderait donc plusieurs axes inverses, ce qui est contraire à l'hypothèse. Donc, etc.

COROLLAIRE. — *Si un polyèdre ne possède, comme élément inverse, qu'un plan de symétrie, ce plan est nécessairement hétéropolaire.*

RECHERCHE DE TOUTES LES CLASSES POSSIBLES DE POLYÈDRES SUPERPOSABLES A LEUR IMAGE.

a) Polyèdre sans centre.

Quel que soit le polyèdre non centré superposable à son image, il doit nécessairement appartenir, en tenant compte seulement de ses éléments inverses, à l'une des catégories suivantes :

1° *Polyèdres ne possédant qu'un* Λ_{-2};

2° *Polyèdres ne possédant que plusieurs* Λ_{-2};

3° *Polyèdres ne possédant qu'un ou plusieurs* $\Lambda_{-2n}(n > 1)$;

4° *Polyèdres possédant à la fois des* Λ_{-2} *et des* Λ_{-2n}.

1° Si le polyèdre ne possède qu'un Λ_{-2}, cet axe sera nécessairement hétéropolaire (théorème VIII). En outre, le polyèdre ne peut posséder d'axes directs, qui, nécessairement non dirigés suivant le Λ_{-2} (théorème V), donneraient, par combinaison avec ce dernier, de nouveaux axes inverses (théorème VII).

(*) D'après la règle d'Euler.

Le *symbole* complet *de symétrie,* c'est-à-dire l'*ensemble de tous les éléments de symétrie, directs et inverses,* sera, pour cette première classe,

(1). . . . . $\left(\begin{matrix}\lambda\\ \lambda'\end{matrix}\right)^{1}_{-2}$.

2° *Dans tous les autres cas, le polyèdre possédera nécessairement des axes directs.* En effet : la combinaison de deux axes inverses donne un axe direct, et, si le polyèdre ne possède qu'un Λ_{-2n}, celui-ci doit nécessairement être dirigé suivant un Λ^{n} du polyèdre (théorème III). Donc $\mathfrak{P}$, possédant des axes directs, doit être un polyèdre *pouvant occuper dans l'espace plusieurs positions identiques en apparence.* Pour avoir toutes les classes possibles de polyèdres non centrés superposables à leur image, il suffira donc de considérer successivement les sept combinaisons possibles dans ces polyèdres, et d'essayer de les rendre superposables à leur image *par l'introduction d'un certain nombre d'axes inverses.* Les sept combinaisons dont il s'agit sont les suivantes (*) :

(*a*). . . . . $3\left(\begin{matrix}\lambda\\ \lambda\end{matrix}\right)^{4}$, $4\left(\begin{matrix}\lambda\\ \lambda\end{matrix}\right)^{3}$, $6\left(\begin{matrix}\lambda\\ \lambda\end{matrix}\right)^{2}$

(*b*). . . . . $6\left(\begin{matrix}\lambda\\ \lambda\end{matrix}\right)^{5}$, $10\left(\begin{matrix}\lambda\\ \lambda\end{matrix}\right)^{5}$, $15\left(\begin{matrix}\lambda\\ \lambda\end{matrix}\right)^{2}$

(*c*). . . . . $3\left(\begin{matrix}\lambda\\ \lambda\end{matrix}\right)^{2}$, $4\left(\begin{matrix}\lambda\\ \lambda'\end{matrix}\right)^{3}$

(*d*). . . . . $\left(\begin{matrix}\lambda\\ \lambda\end{matrix}\right)^{2n+1}$, $(2n+1)\left(\begin{matrix}\lambda\\ \lambda'\end{matrix}\right)^{2}$

(*e*) . . . . . $\left(\begin{matrix}\lambda\\ \lambda\end{matrix}\right)^{2n}$, $n\left(\begin{matrix}\lambda\\ \lambda\end{matrix}\right)^{2}$, $n\left(\begin{matrix}\lambda'\\ \lambda'\end{matrix}\right)^{2}$

(*f*). . . . . $\left(\begin{matrix}\lambda\\ \lambda'\end{matrix}\right)^{n}$

(*g*). . . . . $\left(\begin{matrix}\lambda\\ \lambda\end{matrix}\right)^{2}$, $\left(\begin{matrix}\lambda'\\ \lambda'\end{matrix}\right)^{2}$, $\left(\begin{matrix}\lambda''\\ \lambda''\end{matrix}\right)^{2}$.

(*) Loc. cit., pp. 22 et suivantes.

Nous avons vu que l'on ne peut rendre ces combinaisons superposables a leur image que de trois façons différentes; on peut :

α) *Introduire des* Λ_{-2} *suivant les bissectrices des angles formés par deux axes de même ordre, bissectrices qui ne doivent pas être dirigées suivant des axes directs.*

β) *Introduire des* Λ_{-2} *normalement aux axes uniques dans leur ordre.*

γ) *Introduire des* Λ_{-2n} $(n > 1)$ *suivant des* Λ^n *du polyèdre.*

Pour que la combinaison superposable obtenue *puisse exister,* il faut d'abord que l'ensemble $\mathfrak{P}\mathfrak{P}'$ possède aussi une des sept combinaisons axiales directes inscrites ci-dessus (théorème III). On éliminera ainsi les combinaisons impossibles. On cherchera la possibilité des autres, en les construisant par la règle d'Euler; on verra par là qu'elles peuvent exister et que chacune d'elles ne peut exister que d'une seule façon.

Pour chercher si les λ_{-2} du polyèdre sont de même espèce ou d'espèces différentes, on s'appuiera sur le corollaire du théorème VI.

Première combinaison : $5\binom{\lambda}{\lambda}^4$, $4\binom{\lambda}{\lambda}^5$, $6\binom{\lambda}{\lambda}^3$.

Cette combinaison ne peut être rendue superposable à son image. En effet : vu qu'il s'agit de polyèdres non centrés, on sait (corollaire I, théorème III) que $\mathfrak{P}\mathfrak{P}'$ doit présenter une combinaison axiale directe *plus complexe* que celle de $\mathfrak{P}$; la seule combinaison qui réponde à cette condition est la combinaison (b); or, il est évident, d'après le corollaire du théorème II, que quel que soit le moyen α, β ou γ employé pour rendre la combinaison superposable à son image, il sera impossible d'obtenir dans $\mathfrak{P}\mathfrak{P}'$ la combinaison (b).

Deuxième combinaison : $6\binom{\lambda}{\lambda}^5$, $10\binom{\lambda}{\lambda}^3$, $15\binom{\lambda}{\lambda}^2$.

Cette combinaison étant la plus complexe qui existe, il est impossible d'obtenir pour $\mathfrak{P}\mathfrak{P}'$ une combinaison plus complexe que celle de $\mathfrak{P}$. Donc,

il n'existe pas de polyèdre non centré superposable à son image, qui présente cette combinaison.

Troisième combinaison : $5\begin{pmatrix}\lambda\\ \lambda\end{pmatrix}^2$, $4\begin{pmatrix}\lambda\\ \lambda'\end{pmatrix}^3$.

Considérons (fig. 5) la projection stéréographique de la combinaison axiale considérée sur un plan passant par le centre de gravité du polyèdre et normal à un Λ^2 (*).

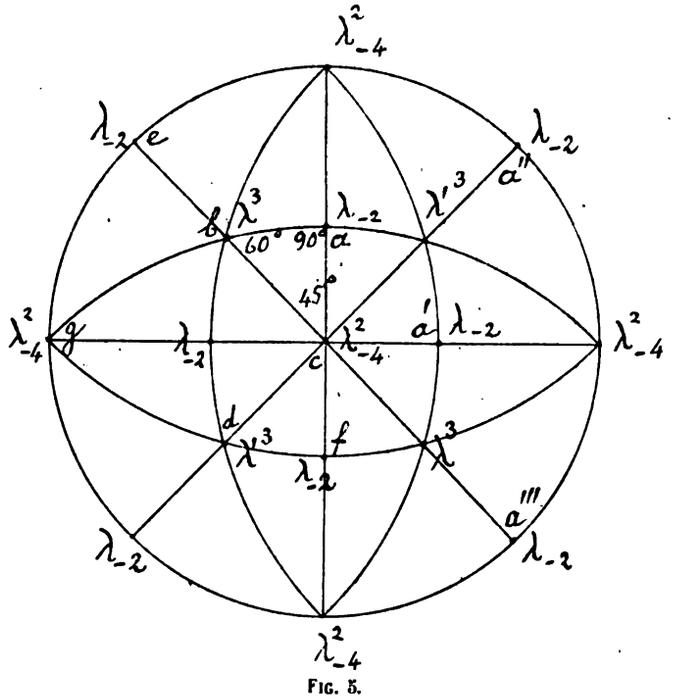


Fig. 5.

α. Introduisons un λ_{-2} suivant la bissectrice de l'angle formé par deux axes de même ordre, bissectrice qui ne doit pas coïncider avec un axe du polyèdre, en *a*, par exemple. La présence des axes directs amène des λ_{-2} en *a'*, *a''*, *a'''*, etc; on obtient en tout *douze* λ_{-2} nécessairement de même espèce (**). Un λ_{-2}, *a*, combiné à un λ^3, *b*, par le triangle d'Euler *abc*, fait

(*) Loc. cit., p. 28.

(**) Comme vérification, on a $\nu = 12$ (corollaire du théorème VI).

que le λ^2 devient un λ^2_{-4}, etc. (*). L'ensemble $\mathfrak{LL}'$ présentera la combinaison (a) comme combinaison axiale. On arrive ainsi à la combinaison superposable

(2) . . . . . $3\begin{pmatrix}\lambda\\ \lambda\end{pmatrix}^2_{-4}$, $4\begin{pmatrix}\lambda\\ \lambda'\end{pmatrix}^3$, $6\begin{pmatrix}\lambda\\ \lambda\end{pmatrix}^1_{-2}$;

Trois axes quaternaires inverses isopolaires, dirigés suivant trois axes coordonnés rectangulaires, quatre axes ternaires directs hétéropolaires, intersections des plans bissecteurs des dièdres formés par les plans coordonnés, six axes binaires inverses isopolaires dirigés suivant les bissectrices des axes coordonnés.

Cette combinaison est réalisée dans le tétraèdre régulier.

β. Ce moyen est impossible à appliquer, vu que le polyèdre ne possède pas d'axe direct unique de son ordre.

γ. Introduisons des Λ_{-2n} suivant les Λ_n de la combinaison axiale directe. Nous pouvons introduire un Λ_{-6} suivant un Λ^3 et un Λ_{-4} suivant un Λ_{-2}.

1° Un Λ_{-6} introduit suivant un Λ^3, serait reproduit, à cause des axes directs, suivant les autres Λ^3, de sorte que l'on aurait dans $\mathfrak{PP}'$ une combinaison impossible, vu qu'elle contiendrait plusieurs Λ^{6n}.

2° Un Λ_{-4}, introduit suivant un Λ^2, sera reproduit suivant les autres Λ^2; la combinaison des Λ^2_{-4} avec les Λ^3 donnera (fig. 5) $6\,\Lambda^1_{-2}$, et l'on retombe sur la combinaison (2) (**).

Quatrième combinaison : $\begin{pmatrix}\lambda\\ \lambda\end{pmatrix}^{2n+1}$, $(n2+1)\begin{pmatrix}\lambda\\ \lambda'\end{pmatrix}^2$ (***).

α et β. Introduisons (fig. 6) un λ_{-2} en a, suivant la bissectrice de deux

(*) Il est facile de s'assurer que la combinaison d'un axe direct et d'un axe inverse quelconques donnent un axe inverse existant déjà dans le système : ainsi, le λ_{-2} dont le pôle est a et le λ'^2, qui a son pôle en d, se composent en l'axe λ_{-2}, qui perce la sphère en e. On peut arriver à le démontrer par la construction directe du triangle d'Euler, mais il est bien plus simple de procéder par *décomposition :* nous pouvons décomposer d en $c = \lambda^2_{-4}$ et $f = \lambda_{-2}$; il faut donc composer ces deux derniers axes avec $a = \lambda_{-2}$. Les deux axes *binaires inverses* a et f donnent immédiatement en g le pôle d'un λ^2 *direct*, qui, composé avec l'axe *quaternaire inverse* c, donne en e un axe binaire inverse, etc.

(**) Il va sans dire que les moyens α et γ étant équivalents, il est inutile d'essayer leur emploi simultané.

(***) Voir : Loc. cit., p. 29.

axes de même ordre, bissectrice non dirigée suivant un axe direct du polyèdre; ce λ_{-2} sera, en même temps, normal à l'axe unique Λ^{2n+1}. Le λ_{-2} se reproduira, à cause des axes directs, en a', a'', etc. Le λ_{-2}, combiné

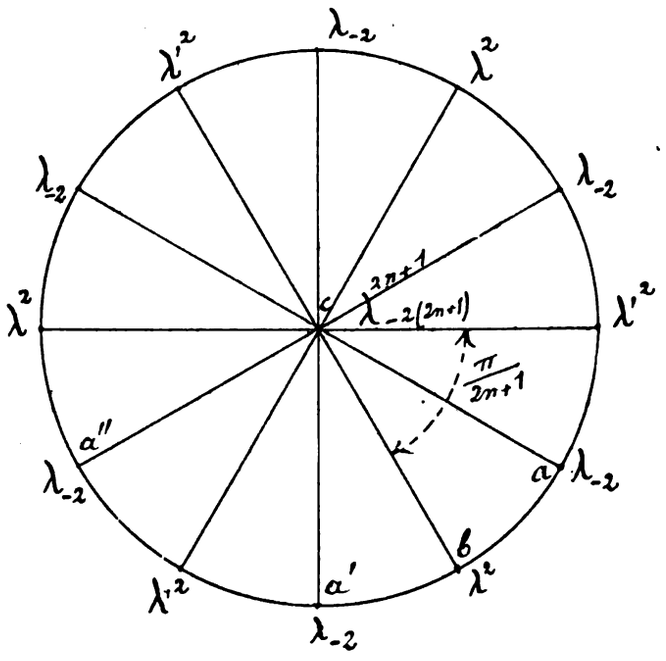


Fig. 6.

au λ^2 par le triangle d'Euler *abc*, donne en *c* le pôle d'un axe inverse, d'ordre $2(2n+1)$. Les λ_{-2} sont de même espèce, car on doit avoir $\nu = 2(2n+1)$. On arrive ainsi à la combinaison

(5). . . . . $\begin{pmatrix}\lambda\\ \lambda\end{pmatrix}^{2n+1}_{-2(2n+1)}$, $(2n+1)\begin{pmatrix}\lambda\\ \lambda'\end{pmatrix}^{2}$, $(2n+1)\begin{pmatrix}\lambda\\ \lambda\end{pmatrix}^{1}_{-2}$.

γ. Si l'on voulait introduire des axes multiples inverses suivant les axes directs du polyèdre, dans le cas où ces axes seraient dirigés suivant les Λ^2, on aurait, dans $\mathfrak{XX}'$, *au moins trois* Λ^{4n} *situés dans un même plan*, donc on parviendrait à une combinaison axiale directe irréalisable; si l'axe inverse était dirigé suivant le Λ^{2n+1}, on retomberait sur la combinaison (3).

La combinaison (3) donne pour $\mathfrak{X}\mathfrak{X}'$ le symbole axial direct

$$\binom{\lambda}{\lambda}^{2(2n+1)}, \quad (2n+1)\binom{\lambda}{\lambda}^{2}, \quad (2n+1)\binom{\lambda'}{\lambda'}^{2}$$

qui représente le système (*e*).

On voit que l'on passe de $\mathfrak{X}\mathfrak{X}'$ à $\mathfrak{X}$ comme il suit :

L'axe multiple a son degré divisé par 2, la moitié des axes binaires est supprimée et remplacée par des plans de symétrie isopolaires, les axes binaires conservés devenant hétéropolaires.

Cette combinaison est réalisée dans tout prisme droit ayant pour base un polygone régulier d'un nombre impair de côtés.

Cinquième combinaison : $\binom{\lambda}{\lambda}^{2n}, \quad n\binom{\lambda}{\lambda}^{2}, \quad n\binom{\lambda'}{\lambda'}^{2}.$

α et β. Introduisons (fig. 7), comme précédemment, des λ_{-2} en a, a', a'', etc., qui, combinés aux λ^2, donnent en c un axe inverse d'ordre $4n$.

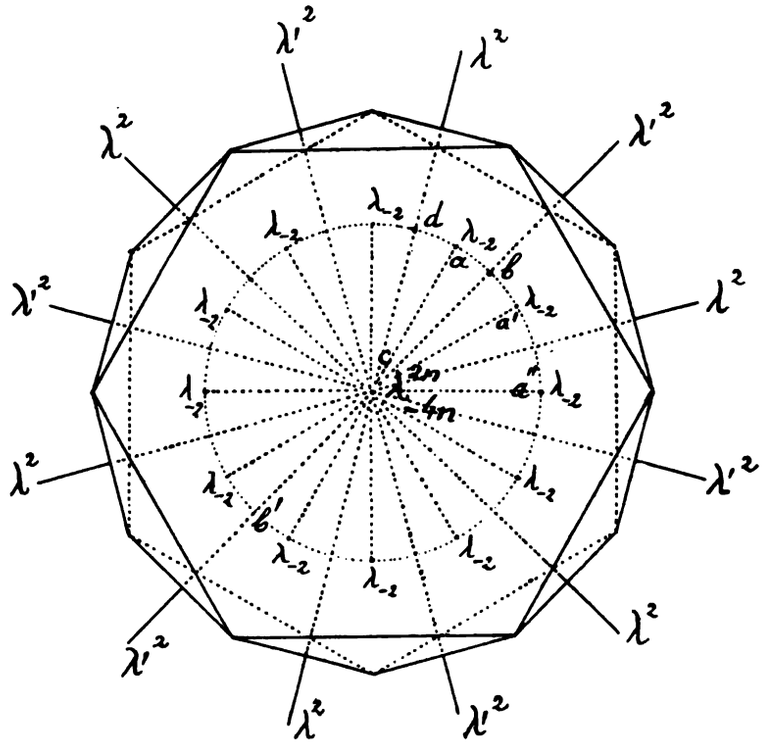


FIG. 7.

Comme $\nu = 4n$, les λ_{-2} doivent être de même espèce. On arrive à la combinaison

$$(4). \quad \ldots\ldots\ldots \left(\lambda\right)^{2n}_{-4n}, \quad n\left(\lambda\right)^{2}, \quad n\left(\lambda'\right)^{2}, \quad 2n\left(\lambda\right)^{1}_{-2}.$$

Cette combinaison provient de

$$\mathfrak{P}\mathfrak{P}' = \left(\lambda\right)^{4n}, \quad 2n\left(\lambda\right)^{2}, \quad 2n\left(\lambda'\right)^{2},$$

dans laquelle on a divisé par 2 le degré de l'axe multiple, conservé les $2n\Lambda^2$, qui, tout en restant isopolaires, deviennent de deux espèces différentes, supprimé les $2n\Lambda'^2$ qui sont remplacés par $2n$ plans de symétrie simples, de même espèce, isopolaires.

Il est à observer que *le* λ^2 *et le* λ'^2, *quoique d'espèces différentes, ont la même longueur*. En effet : considérons un Λ'^2 de $\mathfrak{P}$, *bb'*, par exemple; suivant cette droite se trouve dirigé dans $\mathfrak{P}'$ un axe binaire, qui a évidemment la même longueur que le Λ'^2 de $\mathfrak{P}$; comme $\mathfrak{P}$ et $\mathfrak{P}'$ sont superposables, cet axe de $\mathfrak{P}'$ ne peut être que Λ^2 ou Λ'^2. Dans le premier cas, la propriété ci-dessus se trouve vérifiée; dans le second, comme une rotation de 180° autour de l'axe binaire inverse *ca* doit amener $\mathfrak{P}$ sur $\mathfrak{P}'$ et que, par cette rotation, un λ^2, dirigé dans $\mathfrak{P}$ suivant *cd* vient se superposer au λ'^2, qui dans $\mathfrak{P}'$ se trouve dirigé suivant *cb*, il s'ensuit encore que λ^2 et λ'^2 ont la même longueur.

γ. Un λ_{-4n} suivant le λ^{2n} nous ramènerait à la combinaison (4). Un λ_{-4} suivant un λ^2 nous donnerait, en général, dans $\mathfrak{P}\mathfrak{P}'$, plus de deux Λ^4 dans un même plan, ce qui est impossible; dans le cas où la combinaison axiale directe serait

$$\left(\lambda\right)^{4}, \quad 2\left(\lambda\right)^{2}, \quad 2\left(\lambda'\right)^{2},$$

on obtiendrait, dans $\mathfrak{P}$, deux Λ^2_{-4} à angle droit, qui, par leur composition, donneraient un Λ^3; donc, etc.

Pour réaliser la combinaison (4), que l'on inscrive (fig. 7) dans les bases

circulaires d'un cylindre droit des polygones réguliers de $2n$ côtés, le polygone inférieur ayant subi, par rapport au supérieur, une rotation $\frac{\pi}{2n}$ autour de l'axe du cylindre ; le système de $4n$ points ainsi obtenu (*) répond à la question : Les $2n$ plans de symétrie sont les plans méridiens passant par deux sommets diamétralement opposés dans l'une ou l'autre base ; les axes binaires sont les normales menées par le centre du cylindre à son axe dans les plans bissecteurs des angles faits par les plans de symétrie (**).

Le cas le plus simple, $n = 1$, correspond à un tétraèdre obtenu en traçant dans la base supérieure du cylindre un diamètre, dans l'inférieure un diamètre perpendiculaire au premier, et joignant deux à deux les quatre points ainsi obtenus. Ce tétraèdre, qui est appelé *sphénoèdre*, a donc pour symbole, avec $\nu = 4$,

$$\binom{\lambda}{\lambda}_{-4}^{2}, \quad \binom{\lambda}{\lambda}^{2}, \quad \binom{\lambda}{\lambda}^{\prime 2} \text{ (***)}, \quad 2\binom{\lambda}{\lambda}_{-2}^{1};$$

les deux *plans de symétrie sont de même espèce et isopolaires*, tandis que les deux *axes binaires, quoique égaux entre eux, sont d'espèces différentes* (IV).

Sixième combinaison : $\binom{\lambda}{\lambda'}^{n}$.

Distinguons deux cas, suivant que n est impair ou pair.

Premier cas. — $\binom{\lambda}{\lambda'}^{2n+1}$.

α. Ce moyen ne peut être employé ici.

β. Introduisons un Λ_{-2} normalement à l'axe multiple, et par consé-

(*) On peut limiter latéralement le polyèdre par des faces triangulaires.

(**) On vérifie aisément, à l'aide de la figure 7, que les λ^2 et les λ'^2, quoique d'égale longueur, sont d'espèces différentes.

(***) Cette notation a pour but de rappeler la propriété dont jouissent les polyèdres de la classe (4), d'avoir des axes binaires d'égale longueur, mais d'espèces différentes.

(IV) Nous avons déjà fait observer (Loc. cit., p. 33) que le symbole habituel Λ^2, $2L^2$, $2P'$ du sphénoèdre est *absurde*, parce que dans un polyèdre ayant *un seul ordre d'axes, de deux espèces*, il n'y a qu'une combinaison possible : *un seul axe hétéropolaire*.

quent $(2n+1)\Lambda_{-2}$. La combinaison de deux λ_{-2} redonne l'axe direct Λ^{2n+1}. Les axes binaires inverses sont hétéropolaires, parce que $\nu = 2n+1$. On arrive donc à la combinaison superposable

(5). . . . . $\cdot \begin{pmatrix}\lambda\\ \lambda'\end{pmatrix}^{2n+1}, \quad (2n+1)\begin{pmatrix}\lambda\\ \lambda'\end{pmatrix}^{1}_{-2}.$

Cette combinaison est réalisée dans toute pyramide régulière dont la base a un nombre impair de côtés. Dans $\mathfrak{P}\mathfrak{P}'$, la combinaison axiale directe sera (d).

γ. Si l'on introduit un axe inverse suivant l'axe multiple, on obtient la combinaison superposable

(6) . . . . . $\begin{pmatrix}\lambda\\ \lambda'\end{pmatrix}^{2n+1}_{-2(2n+1)}.$

Elle est réalisée dans un prisme droit ayant pour base un polygone possédant un axe direct d'ordre impair normal à son plan, mais pas de plans de symétrie.

Il est facile de voir que les moyens β et γ ne peuvent être employés simultanément, car l'axe multiple inverse, composé avec le λ_{-2} qui lui est perpendiculaire, amènerait la présence d'un λ^2 dans $\mathfrak{P}$; donc, etc.

Second cas. — $\begin{pmatrix}\lambda\\ \lambda'\end{pmatrix}^{2n}$.

β. Introduisons un λ_{-2} normal à l'axe multiple; la présence de ce dernier entrainera l'existence de $2n\lambda_{-2}$, placés deux à deux dans le prolongement l'un de l'autre et formant, par conséquent, $n\Lambda_{-2}$ isopolaires. Ces Λ_{-2}, combinés au Λ^{2n}, donneront n nouveaux axes inverses binaires, isopolaires, dirigés suivant les bissectrices des angles faits par les premiers. Les derniers axes binaires inverses sont d'espèce différente de celle des premiers, parce que $\nu = 2n$. On arrive ainsi à la combinaison superposable

(7). . . . . $\begin{pmatrix}\lambda\\ \lambda'\end{pmatrix}^{2n}, \quad n\begin{pmatrix}\lambda\\ \lambda\end{pmatrix}^{1}_{-2}, \quad n\begin{pmatrix}\lambda\\ \lambda'\end{pmatrix}^{1}_{-2}.$

Cette combinaison est réalisée dans toute pyramide régulière dont la base a un nombre pair de côtés.

γ. Si l'on introduit un axe multiple inverse suivant le Λ^{2n}, on arrive à la combinaison superposable.

(8). . . . . $\begin{pmatrix}\lambda\\ \lambda'\end{pmatrix}^{2n}_{-4n}$.

Cette combinaison est réalisée dans un polyèdre dont nous avons parlé dans un précédent mémoire (*).

Il est facile de voir, en raisonnant comme dans le premier cas, que les moyens β et γ ne peuvent être employés simultanément pour rendre la combinaison superposable.

Septième combinaison : $\begin{pmatrix}\lambda\\ \lambda\end{pmatrix}^2$, $\begin{pmatrix}\lambda'\\ \lambda'\end{pmatrix}^2$, $\begin{pmatrix}\lambda''\\ \lambda''\end{pmatrix}^2$.

On sait que cette combinaison est formée de trois axes isopolaires perpendiculaires deux à deux.

β. Introduisons un λ_{-2} suivant une bissectrice, en a, par exemple (fig. 8);

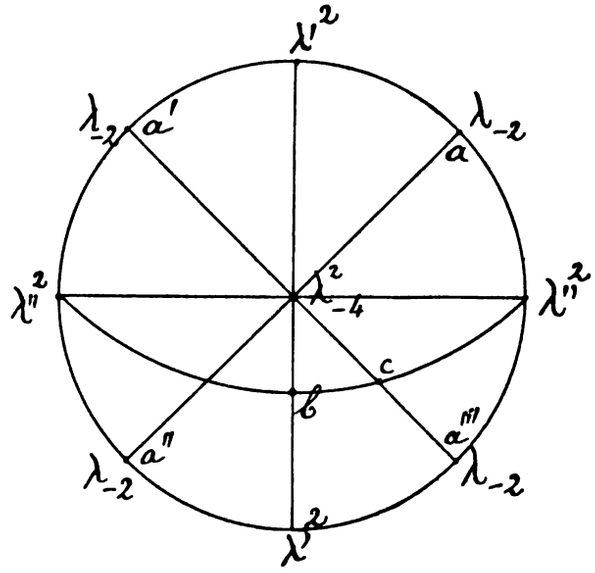


Fig. 8.

la présence des axes directs en amène aussi en a', a'', a'''; on obtient ainsi $2\Lambda_{-2}$ isopolaires. La combinaison de λ'^2 et de λ_{-2} fait que l'axe λ^2

(*) *Sur les cas dans lesquels deux formes hémiédriques conjuguées ne sont pas superposables* (Bull. de l'Acad. roy. de Belgique, 3me sér., t. XXII, nos 9-10; p. 246, 1891, fig. 7).

devient un axe inverse de l'ordre 4. Il n'est pas possible d'introduire d'autres axes binaires inverses, suivant d'autres bissectrices, en *b* par exemple, car cet axe combiné au λ_{-4} donnerait en *c* un λ^3. On obtient donc la combinaison superposable

$$\binom{\lambda}{\lambda}_{-4}^{2}, \quad \binom{\lambda'}{\lambda'}^{2}, \quad \binom{\lambda''}{\lambda''}^{2}, \quad 2\binom{\lambda}{\lambda}_{-2}^{4};$$

c'est le *sphénoèdre* trouvé ci-dessus, c'est-à-dire un cas particulier de la combinaison (4).

γ. Si l'on introduit un A_{-4} suivant un seul A^2, on revient au cas précédent; des A_{-4} introduits suivant deux ou trois axes binaires, engendreraient, par leur combinaison, des A^3; donc, etc.

CONCLUSION. — *Les polyèdres, sans centre, superposables à leur image, ne peuvent présenter que huit combinaisons.*

Il n'y a qu'une seule combinaison, la combinaison (8), *qui ne possède pas de plans de symétrie.*

Il n'existe pas de polyèdre possédant plusieurs axes multiples inverses et n'ayant pas de plans de symétrie.

Observation. — On pourrait, si l'on voulait introduire explicitement dans les symboles les plans de symétrie, désigner ces derniers par P ou Π, suivant qu'ils sont simples ou multiples; l'indice *i* indiquant un élément isopolaire, l'indice *h* un élément hétéropolaire, on aurait, par exemple, pour le symbole de la combinaison (3),

$$A_i^{2n+1}, \quad \Pi_i, \quad (2n+1)A_h^2, \quad (2n+1)P_i.$$

Mais, d'abord, cette notation n'indique pas que le polyèdre peut venir se superposer à son image, prise par rapport au centre de gravité, par une rotation d'amplitude $\frac{\pi}{2n+1}$, effectuée autour du premier axe; ensuite, le symbole A_h^{2n} de la combinaison (8) serait *fautif,* vu qu'il n'indique pas que le polyèdre est superposable à son image.

b) Polyèdres centrés.

THÉORÈME IX.

Tout polyèdre qui possède un Λ^n_{-n} *est centré. Réciproquement, dans tout polyèdre centré un axe direct d'ordre* n *est aussi un axe inverse du même ordre.*

En effet : vu qu'une rotation $\frac{2\pi}{n}$ autour de l'axe considéré amène $\mathfrak{P}$ en coïncidence avec lui-même et avec $\mathfrak{P}'$, c'est que $\mathfrak{P}$ coïncide avec $\mathfrak{P}'$; donc, le centre de symétrie G et le centre du polyèdre, etc.

THÉORÈME X.

Dans tout polyèdre possédant un Λ^{2n}_{-2n}, *il existe, perpendiculairement à cet axe, un plan de symétrie; perpendiculairement à un* $\Lambda^{2n+1}_{-(2n+1)}$, *il ne peut exister de plan de symétrie.*

THÉORÈME XI.

Si un polyèdre ne possède pas d'axe de symétrie directe, toute droite tracée dans ce polyèdre est hétéropolaire.

Ce théorème se démontre comme le théorème VIII : Soient L et L′ les extrémités de la droite considérée. S'il était possible d'amener L′ en L, dans le moule que le polyèdre détermine dans l'espace, on y parviendrait par une rotation de 180° autour d'une normale à LL′, qui échangerait L′ avec L, puis, par une rotation convenable autour de LL′. Ces deux rotations équivalent à une rotation unique, d'amplitude π, autour d'une droite normale à LL′, droite qui serait un axe de symétrie du polyèdre, ce qui est contraire à l'hypothèse. Donc, etc.

Différentes catégories de polyèdres centrés.

Ou bien le polyèdre possède le centre, mais pas d'axes directs; ou bien il possède le centre et des axes directs.

Dans le premier cas, il ne peut posséder non plus des axes inverses (théorème IX); il ne peut venir en coïncidence avec son image que par une

rotation de 360°, effectuée autour d'un axe quelconque que l'on peut assujettir à passer par le centre de gravité, droite nécessairement hétéropolaire (théorème XI). Un polyèdre centré, sans axes de symétrie, peut donc être représenté par le symbole

$$\binom{\lambda}{\lambda'}_{-1}^{1}, \quad \binom{\lambda''}{\lambda'''}_{-1}^{1}, \ldots$$

ou, plus simplement, par

(1′). . . . . $\binom{\lambda}{\lambda'}_{-1}^{1}$.

Si le polyèdre possède des axes directs, il doit nécessairement présenter une des sept combinaisons axiales directes possibles, combinaisons dans lesquelles tout axe direct devient un axe inverse du même ordre. En outre, *il ne peut exister des axes inverses autres que les précédents,* vu que ces axes devenant directs, par la présence du centre, amèneraient des combinaisons axiales impossibles. On obtient ainsi huit (*) classes de polyèdres centrés possédant des axes directs. Voici leurs symboles de symétrie :

(2′). . . . . $3\binom{\lambda}{\lambda}_{-4}^{4}, \quad 4\binom{\lambda}{\lambda}_{-3}^{3}, \quad 6\binom{\lambda}{\lambda}_{-2}^{2}$

(3′). . . . . $6\binom{\lambda}{\lambda}_{-5}^{5}, \quad 10\binom{\lambda}{\lambda}_{-5}^{5}, \quad 15\binom{\lambda}{\lambda}_{-2}^{2}$

(4′). . . . . $3\binom{\lambda}{\lambda}_{-2}^{2}, \quad 4\binom{\lambda}{\lambda'}_{-3}^{3}$

(5′). . . . . $\binom{\lambda}{\lambda}_{-(2n+1)}^{2n+1}, \quad (2n+1)\binom{\lambda}{\lambda'}_{-2}^{2}$

(6′). . . . . $\binom{\lambda}{\lambda}_{-2n}^{2n}, \quad n\binom{\lambda}{\lambda}_{-2}^{2}, \quad n\binom{\lambda'}{\lambda'}_{-2}^{2}$

(7′). . . . . $\binom{\lambda}{\lambda'}_{-(2n+1)}^{2n+1}$

(8′). . . . . $\binom{\lambda}{\lambda'}_{-2n}^{2n}$

(9′). . . . . $\binom{\lambda}{\lambda}_{-2}^{2}, \quad \binom{\lambda'}{\lambda'}_{-2}^{2}, \quad \binom{\lambda''}{\lambda''}_{-2}^{2}$.

Si l'on veut développer ces symboles en y indiquant explicitement le

(*) En distinguant dans la combinaison (*f*) deux cas : *n* impair et *n* pair.

centre et les plans de symétrie, il suffit de se baser sur le théorème X et d'observer qu'un plan de symétrie sera isopolaire ou hétéropolaire suivant que l'axe qui lui est perpendiculaire est isopolaire ou hétéropolaire.

Ainsi, on aura, par exemple :

(2'). . . . . C, $\begin{matrix}3\Lambda_i^4,\\ 3\Pi_i\end{matrix}$ $4\Lambda_i^3$, $\begin{matrix}6\Lambda_i^2\\ 6P_i\end{matrix}$

(4'). . . . . C, $\begin{matrix}3\Lambda_i^2,\\ 3P_i\end{matrix}$ $4\Lambda_h^3$

(7'). . . . . C, Λ_h^{2n+1}

(8'). . . . . C, Λ_h^{2n}. Π_h, etc.

Mais la notation employée en premier lieu est plus simple et surtout plus homogène.

CLASSIFICATION DES POLYÈDRES AU POINT DE VUE DE LEUR SYMÉTRIE.

On peut diviser les polyèdres en quatre catégories :

1° *Polyèdres ne possédant pas d'éléments de symétrie;*

2° *Polyèdres ne possédant que des éléments directs;*

3° *Polyèdres ne possédant que des éléments inverses;*

4° *Polyèdres possédant à la fois des éléments directs et inverses.*

Les polyèdres des deux premières catégories ne sont pas superposables à leur image, tandis que les autres le sont.

En outre, les polyèdres de la première catégorie ne peuvent être superposés à eux-mêmes que par une rotation d'amplitude 2π autour d'une droite quelconque nécessairement hétéropolaire (théorème XI); ils peuvent être représentés par le symbole

$$\binom{\lambda}{\lambda'}^{i}.$$

On déduit du présent mémoire qu'il existe *vingt-cinq* classes de polyèdres. Voici leurs symboles de symétrie :

TABLEAU I.

					ν.	COMBINAISONS.
POLYÈDRES	ASYMÉTRIQUES non superposables à leur image.			$(\lambda\lambda')^1$	1	
	SYMÉTRIQUES	non superposables.		$3(\lambda\lambda)^4$, $4(\lambda\lambda)^3$, $6(\lambda\lambda)^2$	24	(*a*)
				$6(\lambda\lambda)^5$, $10(\lambda\lambda)^3$, $15(\lambda\lambda)^2$	60	(*b*)
				$3(\lambda\lambda)^2$, $4(\lambda\lambda')^3$	12	(*c*)
				$(\lambda\lambda)^{2n+1}$, $(2n+1)(\lambda\lambda')^2$	$2(2n+1)$	(*d*)
				$(\lambda\lambda)^{2n}$, $n(\lambda\lambda)^2$, $n(\lambda'\lambda')^2$	$4n$	(*e*)
				$(\lambda\lambda')^n$	n	(*f*)
				$(\lambda\lambda)^2$, $(\lambda'\lambda')^2$, $(\lambda''\lambda'')^2$	4	(*g*)
		superposables.	sans centre.	$(\lambda\lambda')^1_{-2}$	1	(*a*)
				$3(\lambda\lambda)^2_{-4}$, $4(\lambda\lambda')^3$, $6(\lambda\lambda)^1_{-2}$	12	(*b*)
				$(\lambda\lambda)^{\frac{2n+1}{2(2n+1)}}$, $(2n+1)(\lambda\lambda')^2$, $(2n+1)(\lambda\lambda)^1_{-2}$.	$2(2n+1)$	(*c*)
				$(\lambda\lambda)^{2n}_{-4n}$, $n(\lambda\lambda)^2$, $n(\lambda\lambda)^2$, $2n(\lambda\lambda)^1_{-2}$ . .	$4n$	(*d*)
				$(\lambda\lambda')^{2n+1}$, $(2n+1)(\lambda\lambda')^1_{-2}$	$2n+1$	(*e*)
				$(\lambda\lambda')^{\frac{2n+1}{2(2n+1)}}_{-2(2n+1)}$	$2n+1$	(*f*)
				$(\lambda\lambda')^{2n}$, $n(\lambda\lambda)^1_{-2}$, $n(\lambda'\lambda')^1_{-2}$	$2n$	(*g*)
				$(\lambda\lambda')^{2n}_{-4n}$	$2n$	(*h*)
			centrés.	$(\lambda\lambda')^1_{-1}$	1	(*a*)
				$3(\lambda\lambda)^4_{-4}$, $4(\lambda\lambda)^3_{-3}$, $6(\lambda\lambda)^2_{-2}$	24	(*b*)
				$6(\lambda\lambda)^5_{-3}$, $10(\lambda\lambda)^3_{-3}$, $15(\lambda\lambda)^2_{-2}$	60	(*c*)
				$3(\lambda\lambda)^2_{-2}$, $4(\lambda\lambda')^3_{-3}$	12	(*d*)
				$(\lambda\lambda)^{\frac{2n+1}{(2n+1)}}_{-(2n+1)}$, $(2n+1)(\lambda\lambda')^2_{-2}$	$2(2n+1)$	(*e*)
				$(\lambda\lambda)^{2n}_{-2n}$, $n(\lambda\lambda)^2_{-2}$, $n(\lambda'\lambda')^2_{-2}$	$4n$	(*f*)
				$(\lambda\lambda')^{\frac{2n+1}{(2n+1)}}_{-(2n+1)}$	$2n+1$	(*g*)
				$(\lambda\lambda')^{2n}_{-2n}$	$2n$	(*h*)
				$(\lambda\lambda)^2_{-2}$, $(\lambda'\lambda')^2_{-2}$, $(\lambda''\lambda'')^2_{-2}$	4	(*k*)

SYMÉTRIE RELATIVE AU PLAN.

Nous avons cherché en détail, dans un autre mémoire (*), tous les axes qui peuvent amener un polyèdre en coïncidence avec son image prise par rapport à un plan. Ces axes ne satisfont plus à des lois aussi simples que celles que nous avons rencontrées dans la symétrie relative au point : ils ne sont pas, en général, dirigés suivant des axes de symétrie du polyèdre, et la rotation qui amène la coïncidence n'est pas toujours commensurable avec la circonférence.

La construction du triangle d'Euler donne la correspondance entre les deux genres de symétrie, correspondance qui peut se résumer dans la propriété suivante :

THÉORÈME.

Si un polyèdre $\mathfrak{X}$ est superposable à son image $\mathfrak{X}'_g$ prise par rapport à son centre de gravité par une rotation $\frac{2\pi}{n}$ effectuée autour d'un certain

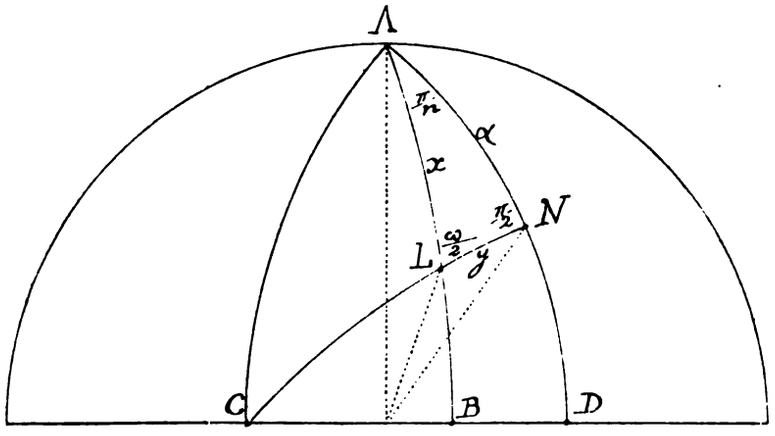


Fig. 9.

axe A (fig. 9), *$\mathfrak{X}$ sera superposable à son image $\mathfrak{X}'_p$ prise par rapport à un*

(*) *Les macles.* (*Mémoires couronnés et Mémoires des savants étrangers de l'Académie royale de Belgique*, t. LIII.)

plan passant par le centre de gravité et dont la normale N *fait un angle* α *avec* A, *par une rotation* ω *donnée par*

$$\cos\frac{\omega}{2} = \sin\frac{\pi}{n}\cos\alpha,$$

rotation effectuée autour d'un axe L *déterminé par les angles* x *et* y *qu'il fait respectivement avec* A *et* N, *angles donnés par*

$$\cot x = \cot\alpha\cos\frac{\pi}{n}, \quad \operatorname{tg} y = \sin\alpha\operatorname{tg}\frac{\pi}{n}.$$

Lorsque N *se meut dans un plan* AD, *passant par* A, L *se meut aussi dans un plan* AB, *passant par* A *et faisant avec le premier un angle* $\frac{\pi}{n}$. *Si* N *décrit un quadrant en partant de* A, L, *qui primitivement coïncide avec* A, *décrit aussi un quadrant et l'amplitude de la rotation augmente depuis un minimum de* $\pi - \frac{\pi}{2n}$, *correspondant à la position initiale, jusqu'à* π.

Si l'on suppose α *constant et* n *variable, l'axe* L *se meut encore dans un plan* NC, *passant par* N *et normal au plan déterminé par* A *et* N. *Lorsque* $\frac{2\pi}{n}$ *varie de* 0 *à* π, L *décrit un quadrant en partant de* N *et l'amplitude de la rotation décroît depuis* π *jusqu'à* 2α.

LES TRENTE-DEUX GROUPES POSSIBLES DANS LES CRISTAUX.

Ces groupes doivent être compris dans le tableau I.

Le réseau, c'est-à-dire la forme holoédrique, doit être centrée; elle devra donc être choisie parmi *celles de la troisième catégorie* du tableau dont il s'agit.

En outre, comme dans le réseau l'ordre d'un axe direct ne peut être que 2, 3, 4 ou 6, la combinaison (c) doit être exclue; dans celles qui suivent, on doit avoir $2n + 1 = 3$ et $2n$, s'il s'agit d'un axe multiple, ne peut être que 4 ou 6.

Enfin, on sait que dans un réseau, normalement à un axe *multiple* d'ordre n, il doit exister n axes d'ordre pair; cette remarque exclut les combinaisons (d) et (g), et *ne rend possible la combinaison* (h) *que pour* $n = 1$.

On obtient ainsi, dans l'ordre où il sont donnés par le tableau, les *sept* combinaisons suivantes :

(1).	$(\lambda\lambda')^1_{-1}$	Système clinoédrique.
(2).	$3(\lambda\lambda)^4_{-4}$, $4(\lambda\lambda)^3_{-3}$, $6(\lambda\lambda)^2_{-2}$	» cubique.
(3).	$(\lambda\lambda)^3_{-3}$, $3(\lambda\lambda')^2_{-2}$	» rhomboédrique.
(4).	$(\lambda\lambda)^4_{-4}$, $2(\lambda\lambda)^2_{-2}$, $2(\lambda'\lambda')^2_{-2}$	» quadratique.
(5).	$(\lambda\lambda)^6_{-6}$, $3(\lambda\lambda)^2_{-2}$, $3(\lambda'\lambda')^2_{-2}$	» hexagonal.
(6).	$(\lambda\lambda')^2_{-2}$	» clinorhombique.
(7).	$(\lambda\lambda)^2_{-2}$, $(\lambda'\lambda')^2_{-2}$, $(\lambda''\lambda'')^2_{-2}$	» orthorhombique.

Ce sont les groupes holoédriques des *sept systèmes cristallins*.

Pour avoir les groupes *hémiédriques* proprement dits, rappelons que le solide holoédrique $\mathfrak{L}\mathfrak{L}'$ se scinde en deux solides hémiédriques conjugués $\mathfrak{L}$ et $\mathfrak{L}'$, qui sont l'image l'un de l'autre, tantôt par rapport au centre du solide holoédrique, tantôt par rapport à un de ses plans de symétrie, plan qui est déficient dans $\mathfrak{L}$.

Parcourons donc le tableau I. Comme $\mathfrak{L}\mathfrak{L}'$ doit être centré, ajoutons le centre aux combinaisons de la première catégorie; en d'autres termes, prenons la symétrique de la combinaison $\mathfrak{L}$ par rapport au centre de gravité,

qui devient centre dans l'ensemble $\mathfrak{X}\mathfrak{X}'$; si nous retombons pour $\mathfrak{X}\mathfrak{X}'$ sur une des sept combinaisons ci-dessus, c'est que le symbole examiné représente un groupe *hémiédrique* de la combinaison obtenue.

Les groupes hémiédriques donnés par les symboles de la première catégorie, appelés *holoaxes,* donnent évidemment des *solides conjugués non superposables, vu qu'ils n'ont pas d'axes inverses.*

Aux combinaisons de la deuxième catégorie, ajoutons encore le centre; nous avons vu, dans le présent mémoire, quel est le symbole de $\mathfrak{X}\mathfrak{X}'$ correspondant à $\mathfrak{X}$; si ce symbole est contenu parmi les sept ci-dessus, on obtient un groupe hémiédrique. Les groupes hémiédriques de la deuxième catégorie sont évidemment à formes conjuguées *superposables;* ils constituent les groupes, non holoaxes, *antihémiédriques* (*).

Enfin, parmi les polyèdres de la troisième catégorie figurent quatre combinaisons, qui n'ont pu donner lieu, quoique centrées, à des systèmes cristallins parce qu'il leur manquait des axes d'ordre pair normaux aux axes multiples. Ces combinaisons sont encore des groupes hémiédriques possibles, non holoaxes, à formes conjuguées *superposables,* groupes appelés *parahémiédriques.* On en démontre facilement la possibilité : si l'on introduit un A^2_{-2} suivant une direction dans laquelle cet axe est possible dans le groupe holoédrique, il est facile de voir, par la règle d'Euler, que l'ensemble de $\mathfrak{X}$ et de son image prise par rapport au plan de symétrie ainsi introduit, reproduit le symbole du groupe holoédrique. On obtient ainsi le tableau qui va suivre.

Presque toutes les combinaisons donnent pour $\mathfrak{X}\mathfrak{X}'$ un des sept premiers symboles. Quant aux combinaisons (10), (15), (16), (17), (24) et (28), elles donnent pour $\mathfrak{X}\mathfrak{X}'$ non un groupe holoédrique, mais des combinaisons représentant les quatre derniers groupes hémiédriques; elles représentent des groupes tétartoédriques.

Il y a donc trente-deux groupes possibles, dont sept holoédriques, dix-neuf hémiédriques, six tétartoédriques.

(*) Dans les groupes (*d*) et (*h*) de la deuxième catégorie, on ne peut faire que $n = 1$, car déjà pour $n = 2$, $\mathfrak{X}\mathfrak{X}'$ possèderait un A^s.

TABLEAU II.

			GROUPES
(8)	$(\lambda\lambda')^{1}_{-1}$	»	Hémiclinoédrique.
(9)	$3(\lambda\lambda)^{4}$, $4(\lambda\lambda)^{3}$, $6(\lambda\lambda)^{2}$. . . .	»	Holoaxe cubique.
(10)	$3(\lambda\lambda)^{2}$, $4(\lambda\lambda')^{3}$	Hém de (29)	Tétartoédrique cubique.
(11)	$(\lambda\lambda)^{3}$, $3(\lambda\lambda')^{2}$	»	Holoaxe rhomboédrique.
(12)	$(\lambda\lambda)^{4}$, $2(\lambda\lambda)^{2}$, $2(\lambda'\lambda')^{2}$ . . .	»	» quadratique.
(13)	$(\lambda\lambda)^{6}$, $3(\lambda\lambda)^{2}$, $3(\lambda'\lambda')^{2}$	»	» hexagonal.
(14)	$(\lambda\lambda')^{2}$	»	» clinorhombique.
(15)	$(\lambda\lambda')^{3}$	Hém. de (30)	Tétartoédrique rhomboédrique.
(16)	$(\lambda\lambda')^{4}$	Hém. de (31)	» quadratique.
(17)	$(\lambda\lambda')^{6}$	Hém. de (32)	» hexagonal.
(18)	$(\lambda\lambda)^{2}$, $(\lambda'\lambda')^{2}$, $(\lambda''\lambda')^{2}$	»	Holoaxe orthorhombique.
(19)	$(\lambda\lambda')^{1}_{-2}$	»	Antihémiédrique clinorhombique.
(20)	$3(\lambda\lambda)^{2}_{-4}$, $4(\lambda\lambda')^{3}$, $6(\lambda\lambda)^{1}_{-2}$. . .	»	» cubique.
(21)	$(\lambda\lambda)^{3}_{-6}$, $3(\lambda\lambda')^{2}$, $3(\lambda\lambda)^{1}_{-2}$ . . .	»	» hexagonal.
(22)	$(\lambda\lambda)^{2}_{-4}$, $(\lambda\lambda)^{2}$, $(\lambda\lambda)^{-2}$, $2(\lambda\lambda)^{1}_{-2}$.	»	» quadratique.
(23)	$(\lambda\lambda')^{3}$, $3(\lambda\lambda')^{1}_{-2}$	»	» rhomboédrique.
(24)	$(\lambda\lambda')^{3}_{-6}$	Hém. de (32)	Tétartoédrique hexagonal.
(25)	$(\lambda\lambda')^{2}$, $(\lambda\lambda)^{1}_{-2}$, $(\lambda'\lambda')^{1}_{-2}$. . . .	»	Antihémiédrique orthorhombique.
(26)	$(\lambda\lambda')^{4}$, $2(\lambda\lambda)^{1}_{-2}$, $2(\lambda'\lambda')^{1}_{-2}$. . .	»	» quadratique.
(27)	$(\lambda\lambda')^{6}$, $3(\lambda\lambda)^{1}_{-2}$, $3(\lambda'\lambda')^{1}_{-2}$. . .	»	» hexagonal.
(28)	$(\lambda\lambda')^{2}_{-4}$	Hém. de (31)	Tétartoédrique quadratique.
(29)	$3(\lambda\lambda)^{2}_{-2}$, $4(\lambda\lambda')^{3}_{-3}$	»	Parahémiédrique cubique.
(30)	$(\lambda\lambda')^{3}_{-3}$	»	» rhomboédrique.
(31)	$(\lambda\lambda')^{4}_{-4}$	»	» quadratique.
(32)	$(\lambda\lambda')^{6}_{-6}$	»	» hexagonal.

DESCRIPTION

DES

MINÉRAUX

PHOSPHATÉS, SULFATÉS ET CARBONATÉS

DU SOL BELGE

PAR

G. CESÀRO,

CORRESPONDANT DE L'ACADÉMIE ROYALE DE BELGIQUE,
PROFESSEUR DE CRISTALLOGRAPHIE ET DE MINÉRALOGIE A L'UNIVERSITÉ DE LIÉGE

Maxima in minimis.

(Couronné par la Classe des sciences dans la séance du 15 décembre 1896.)

INTRODUCTION.

La Classe des sciences avait inscrit à son programme de concours pour l'année 1896, la question suivante :

On demande la description des minéraux phosphatés, sulfatés et carbonatés du sol belge. On ajoutera l'indication des gisements et celle des localités.

Sur les conclusions des rapports de MM. Dewalque, de la Vallée Poussin et Renard (*), la Classe a décerné le prix à notre Mémoire portant la devise : *Maxima in minimis,* soumis en réponse à cette question.

Nous avons cru bien faire en essayant de rendre ce travail aussi utile que possible, en y relatant des déterminations presque toutes originales, et en insistant peu sur les minéraux non cristallisés ainsi que sur les points

(*) Pour ces rapports, voir *Bull. de l'Acad. royale de Belgique,* 3e série, t. XXXII, pp. 768 et suivantes.

qui ne se prêtaient qu'à une œuvre de compilation. Il nous a semblé que la meilleure marche à suivre était de réunir un assez grand nombre d'échantillons, puis de les déterminer nous-même.

Les minéraux cristallisés du sol belge, si l'on en excepte la calcite, sont peu riches en formes; cependant, voici les minéraux sur lesquels notre mémoire apportera d'importantes données :

Hopéite. Cette espèce n'avait pu jusqu'à présent être déterminée cristallographiquement avec une exactitude suffisante, les cristaux ne se prêtant qu'à des mesures approximatives, comme on peut le voir dans le tableau des incidences donné par M. Des Cloizeaux (*Manuel de Min.*, t. II, p. 515); quelques petits cristaux à faces parfaitement nettes nous ont fourni des données très exactes pour le calcul des dimensions de la forme primitive.

Aragonite. Des formes nouvelles ont été rencontrées dans l'aragonite de Henne.

Wavellite. Des aiguilles terminées nous ont permis de déterminer les dimensions de la forme primitive, et nous ont conduit à modifier les paramètres généralement admis, que nous croyons être erronés.

Langite. L'étude microscopique du sous-sulfate de cuivre découvert à Viel-Salm par M. le professeur de Koninck, nous a montré qu'il devait certainement être rapporté à la Langite.

Apatite. Cette espèce a pu être étudiée cristallographiquement dans un échantillon provenant de Salm-Château.

Libéthénite. Cette espèce a pu être déterminée cristallographiquement par l'étude microscopique.

Aurichalcite. Minéral provenant de Chokier, déterminé par l'étude microscopique, etc.

Le peu de richesse de formes nous a amené à aborder l'étude de certains groupements qui, jusqu'à présent, étaient imparfaitement définis. Ainsi, dans les groupements bacillaires ou fibreux, nous avons essayé de préciser chaque

fois la direction d'allongement des fibres : dans le gypse, la malachite, la céruse, les fibres sont dirigées suivant l'arête verticale du prisme qui a été choisi comme primitif; dans la barytine fibreuse, l'allongement se fait, au contraire, suivant l'arête e^1e^1. En ce qui concerne les groupements de cristaux crêtés, flabelliformes, nous avons essayé d'aller aussi loin que possible dans la détermination de l'agencement réciproque; dans la barytine crêtée de La Brouck, nous sommes parvenu à reconnaître l'existence d'une macle non signalée dans les autres localités.

La biréfringence de certaines espèces, telles que la Hopéite, l'Aurichalcite, etc., a été déterminée en employant la méthode qui consiste à ramener la teinte de polarisation à un violet sensible, à l'aide d'un biseau de quartz parallèle mû par une vis graduée (*).

Les dessins qui accompagnent ce mémoire sont presque tous des projections obliques sur un plan qui contient, en général, deux axes cristallographiques; le cristal est projeté sur ce plan par un système de projetantes parallèles entre elles, mais obliques au plan du dessin. Pour plus de précision, nous avons indiqué, pour chaque épure, la face choisie, comme plan de projection, ainsi que la direction de la projetante.

Nous avons calculé, pour chaque espèce, les dimensions du solide primitif; lorsque les données prises sur nos cristaux n'étaient pas suffisamment précises, nous sommes parti des incidences puisées, soit dans le *Manuel de Minéralogie* de M. Des Cloizeaux, soit dans la *Descriptive Mineralogy* de M. E. S. Dana (6e édit., 1892).

Voici quelques indications sur les systèmes d'axes coordonnés employés dans ce mémoire, ainsi que sur les paramètres adoptés :

Prisme à base carrée. Les axes (fig. *a*) sont parallèles aux côtés du

(*) Cesàro, *Bull. de l'Acad. royale de Belgique*, 3e série, t. XXVI, n° 8, 1893.

prisme primitif, de sorte que la notation de Lévy relative aux arêtes est identique à celle relative aux axes passant par le centre, si l'on adopte les mêmes paramètres dans les deux systèmes. Nous prenons le côté de la base $b = 1$, et nous calculons la hauteur c.

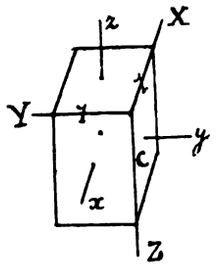


Fig. *a*.

Prisme hexagonal régulier. Nous prenons (fig. *b*) comme axes x, y, z des parallèles menées par le centre de la base inférieure aux arêtes X, Y, Z concourant en un même sommet du solide; en prenant *les mêmes paramètres pour les deux systèmes,* la notation de Lévy sera la même que la notation en *hkl*. Nous prenons le côté de la base $b = 1$ et nous calculons la hauteur c.

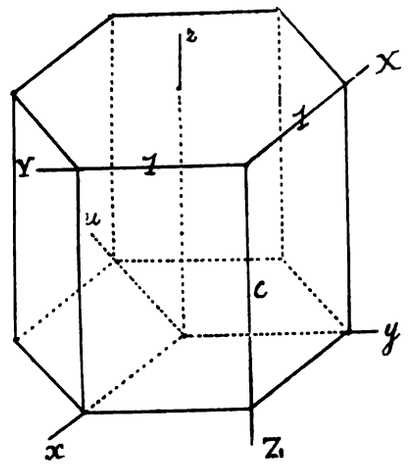


Fig. *b*.

Pour simplifier l'écriture, nous omettons la caractéristique relative à l'axe u, qui est égale à la somme, changée de signe, des caractéristiques relatives aux axes x et y; de sorte que notre symbole *hkl* équivaut à $h.k.\overline{h+k}.l$ de M. Dana.

Rhomboèdre. Nous plaçons une face du rhomboèdre primitif devant nous et prenons pour axes des x et des y, les axes binaires dirigés vers le spectateur, l'axe des x étant placé à notre droite; l'axe des z est l'axe ternaire. On fait la demi-longueur de l'axe binaire $a = 1$ et l'on calcule la demi-longueur c de l'axe ternaire.

La notation *hkl*, dans l'orientation que nous venons de définir, équivaut donc à $k.h.\overline{k}.\overline{h}.l$ de M. Dana, qui choisit les axes x, y, u, z de la figure (*b*). Réciproquement, la notation $h.k.\overline{h+k}.l$ de M. Dana devient, pour l'orientation que nous avons adoptée, $h+k.h.l$.

Quant à la notation *mnp* de Lévy ou de Miller, relative aux arêtes du rhomboèdre, elle est reliée à la notation *hkl* par les formules :

$$h = p - m, \quad k = p - n, \quad l = m + n + p.$$

Systèmes binaire et terbinaire. Dans ces systèmes, la notation *hkl* se rapporte aux diagonales de la base inférieure et à la verticale (fig. *c*). On suppose la demi-diagonale parallèle au spectateur égale à 1, et l'on calcule la longueur *a* de l'autre demi-diagonale, ainsi que la hauteur *c* du prisme. En outre, dans le système clinorhombique, β désigne l'angle ph^1, c'est-à-dire l'angle xz aigu.

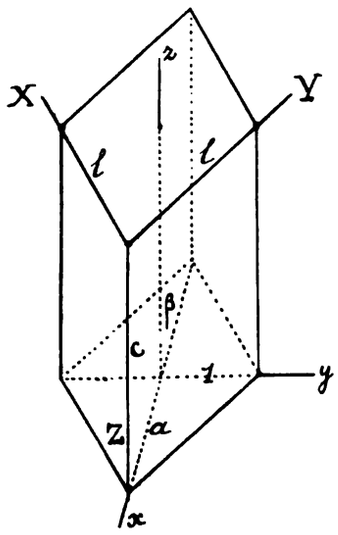


FIG. c.

Dans la notation de Lévy, relative aux arêtes du prisme, on prend comme paramètres les longueurs *l*, *l*, *c* de ces arêtes.

Les deux notations sont reliées entre elles par les formules :

$$h = m + n, \quad k = m - n, \quad l = 2p.$$

Les espèces étudiées dans ce mémoire sont les suivantes :

PHOSPHATES . .
- Anhydres . . . : Apatite. ; Pyromorphite. ; Monazite.
- Hydratés . . . : Hopéite. Pseudo-malachite. ; Koninckite. Delvauxine. ; Vivianite. Wavellite. ; Chalcolite. Destinézite. ; Libéthénite. Richellite.

- **SULFATES**
  - Anhydres
    - Barytine.
    - Anglésite.
  - Hydratés
    - Gypse.
    - Halotrichite.
    - Langite.
- **CARBONATES**
  - Anhydres

Rhomboédriques.	*Orthorhombiques.*
Calcite.	Aragonite.
Dolomie.	Céruse.
Sidérose.	
Diallogite.	
Smithsonite.	

  - Hydratés
    - Azurite.
    - Malachite.
    - Hydrozincite.
    - Aurichalcite.

DESCRIPTION

DES

MINÉRAUX

PHOSPHATÉS, SULFATÉS ET CARBONATÉS

DU SOL BELGE

PHOSPHATES.

A) PHOSPHATES ANHYDRES.

APATITE. $Ca^3(PO^4)^2 + \frac{1}{3}Ca\begin{matrix}Cl\\Fl\end{matrix}$.

Hexagonale parahémiédrique. Dimensions de la forme primitive en partant de

$$b^1b^1 = (101)(011) = 37°44'30''\ (*) :$$

(**) $\log c = \bar{1},8660524 \qquad c = 0,734603.$

1° L'apatite a été rencontrée par M. de Koninck à Salm-Château, accompagnant de petits cristaux d'oligiste aplatis suivant a^1 et de beaux cristaux de dewalquite, très minces, jaunes, transparents, quelquefois terminés, assez souvent engagés dans l'apatite. Les cristaux d'apatite de Salm-Château sont violets.

(*) *Koscharow* in *Dana*, p. 763.

(**) Nous donnons les logarithmes des paramètres qui sont plus utiles pour les calculs que les paramètres mêmes.

Nous avons représenté dans la figure 1, qui est une projection orthogo-

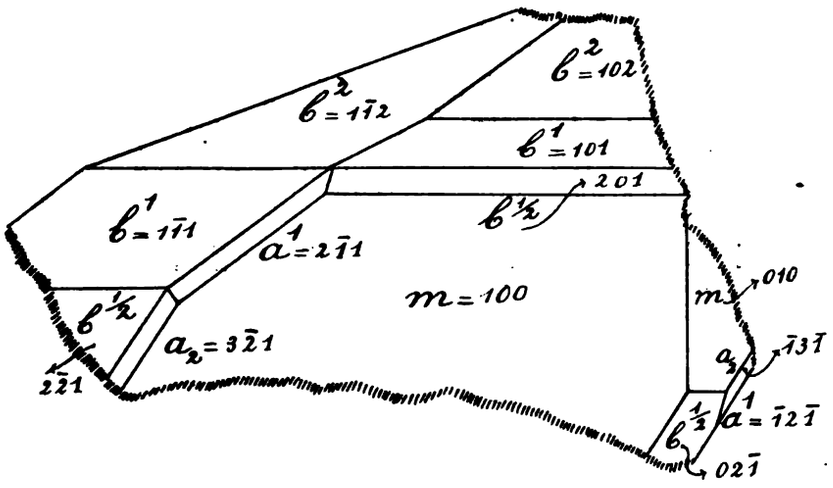


Fig. 1.

nale sur m antérieure (100) (*), un cristal ayant plus de 2 millimètres de dimension moyenne, n'ayant pas de bases et présentant une face m largement développée; les faces $b^1 = 201$, $a^1 = 2\bar{1}1$, $a_2 = 3\bar{2}1$ bordent cette face m sous forme de troncatures de faible étendue.

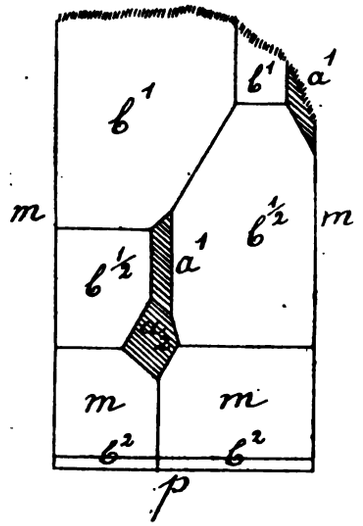


Fig. 2.

La figure 2 représente, en projection orthogonale sur $g^1 = 110$ (**), un autre cristal ayant plus de 4 millimètres de hauteur; on voit que les b^m ont des notations différentes aux deux extrémités de l'axe vertical, particularité qui s'observe dans presque tous les cristaux de Salm-Château.

Les angles mesurés se rapportent bien au solide primitif adopté par Koscharow, comme le montre le tableau de correspondance qui suit :

(*) Pour construire l'épure, on a pris $b = 100$, $c = 73$.

(**) L'apothème de la base, parallèle au plan de la figure, a été pris égal à 86,6; en outre, $c = 73$.

Angles :	Calculés.	Mesurés.
mb^2 100.102	67°1′	66°59′(4,$\bar{4}$) (*)
mb^4 100.101	49°41′,5	49°55′($\bar{3}$,$\bar{3}$,2,$\bar{2}$) 49°39′($\bar{3}$,0,2)
$mb^{\frac{1}{2}}$ 100.201	30°31′	30°25′($\bar{1}$,2)
ma^1 100.2$\bar{1}$1	44°17′	44°23′(1,$\bar{1}$)
$mb^1{}_{lat.}$ 100.1$\bar{1}$1	71°7′45″	70°33′($\bar{3}$,$\bar{3}$)
ma_2 100.3$\bar{2}$1	46°20′	46°22′(0,0)
$mb^{\frac{1}{2}}{}_{lat.}$ 100.2$\bar{2}$1	64°29′	64°25′(4,$\bar{4}$)
$b^2b^2{}_{adj.}$ 102.1$\bar{1}$2	22°31′	21°58′(2,2,$\bar{4}$,$\bar{2}$)
$b^1b^1{}_{adj.}$ 101.1$\bar{1}$1	37°44′,5	37°57′
b^1a^1 101.2$\bar{1}$1	26°51′	26°40′

2° Nous avons rencontré l'apatite en très petits cristaux incolores, peu translucides, de notation mpb^1a^1, dans l'échantillon de chalcolite de Viel-Salm de la collection André Dumont; ils s'y trouvent engagés dans la chlorite.

3° On a cité l'apatite dans la diorite de Quenast, les diabases de Hozémont et Grand-Pré, les phyllades cambriens de l'Ardenne, les roches devoniennes métamorphiques de la région de Bastogne, dans le porphyre quartzifère de Steenkuyp et dans l'arkose de Haybes (**).

(*) Chaque chiffre entre parenthèses correspond à une mesure; il donne, en minutes, la différence entre le nombre obtenu et la moyenne; ainsi, pour le premier angle, on a effectué deux mesures, qui ont donné 67°3′ et 66°55′.

(**) C. Malaise, *Manuel de minér.*, 3e édit., Bruxelles, 1893, p. 368.

PHOSPHORITE. $Ca^3(PO^4)^2$.

Trouvée à Baelen et Ramelot. Voici les principaux mémoires parus sur les gisements de *phosphate de chaux* du sol belge :

D'Omalius d'Halloy. *Sur des échantillons de phosphate de chaux.* (Bull. Ac. roy. de Belg., 2e série, t. XVIII, 1864, p. 5.)

G. Dewalque. *Note sur le gisement de la chaux phosphatée en Belgique.* (Ibidem, p. 8.)

G. Dewalque. *Nodules phosphatés de la marne de Grand-Court.* (Ann. Soc. géol. de Belg., t. VII, 1879-1880; *Bull.*, p. cxxi.)

Cornet et Briart. *Notice sur les gisements de phosphate de chaux dans le terrain crétacé de la province de Hainaut.* (Bull. Ac. roy. de Belg., 2e série, t. XXXVII, p. 838, 1874.)

Melsens. *Note sur l'importance du gisement de phosphate de chaux des environs de Ciply.* (Bull. Ac. roy. de Belg., 2e série, t. XXXVIII, p. 40, 1874.)

Petermann. *Note sur les gisements de phosphate en Belgique et particulièrement sur celui de Ciply.* (Bull. Ac. roy. de Belg., 2e série, t. XXXIX, p. 25, 1875.)

Cornet et Briart. *Sur la craie brune phosphatée de Ciply.* (Ann. Soc. géol. de Belg., t. V, p. 21, 1878.)

Jannel. *Note sur la présence de phosphates dans le lias de la Belgique.* (Ann. Soc. géol. de Belg., t. VII; *Bull.*, p. cxxvi, 1880.)

M. Lohest. *Découverte de gisements de phosphate de chaux en Hesbaye.* (Ann. Soc. géol. de Belg., t. XI; *Bull.*, p. 125.)

Malaise. *Phosphorite de Ramelot.* (La Belgique agricole, Bruxelles.)

M. Lohest. *Le conglomérat à silex et les gisements de phosphate de chaux de la Hesbaye.* (Ann. Soc. géol. de Belg., t. XII, p. 41, 1884.)

X. Stainier. *Dépôts phosphatés des environs de Thuillies.* (Ann. Soc. géol. de Belg., t. XVII; *Bull.*, p. lxvi, 1890.) (*)

(*) Voir pour les autres mémoires : *Bibliographie générale des gisements de phosphate de chaux*, par X. Stainier. (Ann. Soc. géol. de Belg., t. XX, *Bibliographie*, p. 15.)

PYROMORPHITE. $Pb^3(PO^4)^2 + \frac{1}{3}PbCl^2$.

Hexagonale parahémiédrique. Forme primitive, en partant de

$$pb^1 = 40°22' \text{ (}\textit{Haidinger}\text{ in }\textit{Dana}\text{, p. 770)},$$

$$\log c = \bar{1},8669822 \qquad c = 0,736177.$$

La pyromorphite se trouve dans les filons : Bilstain, Longwilly, Vedrin, Angleur, Moresnet, Bleyberg. En général, elle se présente en prismes hexagonaux non modifiés.

Velaine. N° 4835 (8). C. U. (*) — $mpb^1b^{\frac{5}{2}}$.

Prismes hexagonaux, fusibles sur le charbon en globule cristallin de couleur foncée. Dans cet échantillon, nous avons trouvé quelques cristaux portant des troncatures très nettes sur les arêtes basiques. La base p est terne et ne donne pas d'image convenable, mais on a pu mesurer fort exactement

$$b^1b^1 = (101)(011) = 37°48' (\bar{1}, 3, \bar{2}, \bar{1}, 0, 3).$$

Parfois les faces b^1 sont très développées par rapport à p et constituent des pyramides basées.

Dans un très petit cristal, nous avons observé, sur une arête basique, une large troncature constituant une forme non encore signalée dans la pyromorphite. La face dont il s'agit fait avec p un angle compris entre 10°11' et 10°54'; comme

$$pb^4 = 11°59'52'' \qquad \text{et} \qquad pb^5 = 9°58'56'',$$

la forme nouvelle est comprise entre b^4 et b^5; elle correspond assez bien à

$$b^{\frac{9}{2}} = 209,$$

(*) C. U. signifie : Collection de l'Université de Liége.

comme le montre la correspondance qui suit :

Angles :		Calculés.	Mesurés.
pb^1	(001)(101)	40°22′	40°37′(6, $\bar{6}$) *approxim.*
b^1b^1	(101)(011)	37°47′,5	37°48′
$pb^{\frac{9}{2}}$	(001)(209)	10°42′	10°32′

Pyromorphite dans l'amas quartzeux de La Rochette (Prayon) (*). Enduits d'un blanc mat, en apparence terreux, mais ayant en réalité un éclat subadamantin lorsqu'on les observe à la loupe; ces enduits sont cristallins et constitués par des aiguilles rayonnées.

Dans le même gisement, j'ai rencontré la pyromorphite en prismes primitifs, gris jaunâtre, ayant plusieurs millimètres de longueur.

Davreux (**) y cite aussi la pyromorphite massive.

Pyromorphite pseudomorphe de céruse. N° 561 (15). C. U.

Cet échantillon provient de Longwilly; la pyromorphite y est venue incruster des cristaux de céruse très aplatis suivant g^1; l'enduit de pyromorphite, peu adhérent, est sensiblement plan à sa partie extérieure et accuse assez bien la forme du cristal incrusté.

Davreux cite la pyromorphite à Engis, La Mallieue, Flône et le bois de Huy dans les amas et filons métallifères (***).

MONAZITE. $(Ce^2, La^2, Di^2)(PO^4)^2$.

Clinorhombique. La forme primitive a été déterminée en partant des données de M. E.-S. Dana (p. 749) :

$$mh^1 = 43°17'10''$$
$$h^1o^1 = 39°12'30''$$
$$h^1e^1 = 79°53'5''.$$

(*) *Ann. de la Soc. géol. de Belgique*, t. XXII (Bull., p. xli).

(**) *Essai sur la constitution géognostique de la province de Liége.* Bruxelles, 1833, p. 250.

(***) *Ibidem.*

On obtient :

$\log a = \bar{1},98647069$	$a = 0,969328$ (*)
$\log c = \bar{1},96640310$	$c = 0,925557$
	$\beta = 76°20'10'',6.$

La monazite a été découverte, par M. le professeur Renard (**), dans le cambrien, à Nil-Saint-Vincent; elle ne contient pas de thorium. Nous n'avons pu nous en procurer qu'un seul échantillon, dont voici la description :

Monazite. $h^1e^1b^{\frac{1}{2}}a^1$.

Groupe de deux petits cristaux ($^1/_2$ millimètre environ) très aplatis suivant h^1, presque transparents, jaunes; ce groupe a été détaché d'un grand cristal de quartz sur lequel il était accompagné d'anatase et de très nombreux cristaux de tourmaline. La figure 3 représente un de ces cristaux projeté

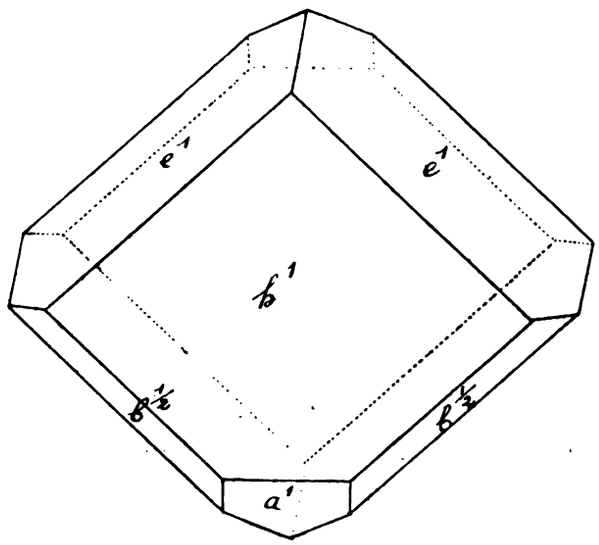


FIG. 3.

obliquement (***) sur h^1. La face a^1 est bien développée et nettement miroi-

(*) Les résultats obtenus par M. Dana doivent être légèrement modifiés comme il suit :

$$c = 0,92556, \qquad \beta = 76°20'11''.$$

(**) *Bull. de l'Acad. royale de Belgique*, 3e série, t. II, p. 128, 1891.

(***) Les paramètres sont : $b = 50$, $c = 46$, $a = 26$. La projection x' de l'axe $\overset{+}{x}$ fait avec l'axe $\overset{+}{y}$ un angle $x'y = 100°$.

tante; e^1 et $b^{\frac{1}{5}}$, très étroites mais parfaitement miroitantes, ont permis une bonne mesure de leur angle; la face h^1, ondulée et striée verticalement, ne permet que des mesures approximatives. Correspondance :

Angles :	Calculés.	Mesurés.
$h^1a^1_{adj.}$	53°31′	53°9′
$a^1b^{\frac{1}{5}}$	36°39′	36°
$h^1b^{\frac{1}{5}}$	61°30′,5	62°
$b^{\frac{1}{5}}e^1$	38°56′,5	37°58′ $(\overline{3}, 0, 4)$.

Distinction entre la monazite et le sphène. Ces cristaux de monazite ressemblent assez bien à des cristaux de sphène, espèce avec laquelle les trois premières mesures relatées ci-dessus pourraient les faire confondre : effectivement, pour le sphène, ces trois angles sont respectivement d'environ 54°, 35° et 61°; quant à la face e^1 de la monazite, elle correspond, dans le sphène, à une face de la zone $h^1b^{\frac{1}{5}}$, non signalée, il est vrai, mais qui pourrait exister (*).

La dureté est la même. Pour distinguer les deux espèces, on pourrait recourir à la mesure de la biréfringence (45 pour la monazite, 121 pour le sphène); mais, pour ne pas détruire le cristal, nous avons pensé à utiliser la différence d'apparence optique, en lumière convergente, des deux minéraux vus à travers h^1 :

Dans le sphène, le plan des A.O. est parallèle à g^1, 2V = 27° et la bissectrice s'incline vers le spectateur en faisant un angle de 51° avec la verticale; il s'ensuit qu'un axe optique est incliné de 25°30′ sur la normale à h^1; effectivement, en examinant un cristal de sphène, non maclé, à travers h^1, on voit, par la rotation de la platine, qu'un axe optique est peu éloigné de la normale à h^1.

Dans la monazite, au contraire, le plan des A.O., perpendiculaire à g^1, fait, d'après M. Des Cloizeaux, un angle de 86°3′ avec la normale à h^1, de

(*) $\overline{2}77 = b^{\frac{1}{5}}d^{\frac{1}{5}}g^{\frac{1}{7}}$.

sorte que cette face fait avec le plan des A.O. un angle qui n'atteint pas 4°; h^1 se comportera donc très sensiblement comme une face parallèle au plan des A.O. et ne présentera pas de figure d'interférence en lumière convergente. C'est ce que nous avons constaté sur le cristal de monazite de Nil-Saint-Vincent que nous venons de décrire.

B) PHOSPHATES HYDRATÉS.

CLASSIFICATION.

	n	
α) Phosphate + $n H^2O$. . . .	1	Hopéite. $Zn^3(PO^4)^2 + H^2O$
	6	Koninckite. $Fe^2(PO^4)^2 + 6H^2O$
	8	Vivianite. $Fe^3(PO^4)^2 + 8H^2O$
	8	Chalcolite. $Cu(UO^2)^2(PO^4)^2 + 8H^2O$ (*)
β) Phosphate + n Hydroxyde .	1	Libéthénite. $Cu^3(PO^4)^2 + Cu(OH)^2$
	3	Pseudomalachite. $Cu^3(PO^4)^2 + 3Cu(OH)^2$
γ) Phosph. + p Hydr. + $n H^2O$.		Delvauxine. $2Fe^2(PO^4)^2 + 3Fe^2(OH)^6 + 6H^2O$
		Wavellite. $2Al^2(PO^4)^2 + Al^2(OH)^6 + 9H^2O$
δ) Sulfophosphate		Destinézite. $PO^4 \equiv Fe^2(HSO^4)(OH) - O - Fe^2(OH)(HSO^4) \equiv PO^4 + 10H^2O$
ε) Fluophosphate		Richellite. Phosphate ferrique hydraté, contenant $PO^4 \equiv Fe^2(Fl)(OH) - O - Fe^2(OH)(Fl) \equiv PO^4$

(*) Les recherches de M. Zimmermann sur la chaleur spécifique de l'uranium ont donné, pour le poids atomique de ce corps, le nombre 240, nombre déjà adopté par M. Mendeléeff. L'uranyle UO^2 joue, dans les sels uraniques, le rôle d'un radical bivalent.

α) Phosphate + nH^2O.

HOPÉITE. $Zn^3(PO^4)^2 + H^2O$.

Orthorhombique. La forme primitive a été déterminée en partant des données suivantes, prises sur les cristaux que nous allons décrire :

$$g^3g^3 \text{ sur } g^1 = 80°53'$$

$$b^{\frac{1}{2}}b^{\frac{1}{2}} \text{ de côté} = 73°14'.$$

On obtient :

$$\log a = \bar{1},7683666 \qquad a = 0,586633$$

$$\log c = \bar{1},6847036 \qquad c = 0,483842$$

$$mm = 60°47'41''.$$

Hopéite. Moresnet. Cristaux incolores, très allongés verticalement ; les

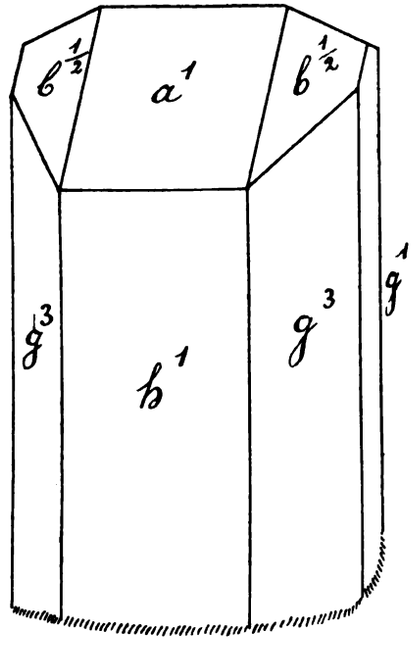


Fig. 4.

faces de la zone h^1g^1 sont striées suivant la verticale. La figure 4 représente,

en projection oblique (*) sur h^1, un petit cristal ayant de 2 à 3 millimètres de hauteur et large d'environ 1 millimètre. Les faces g^3 et $b^{\frac{1}{2}}$ donnent des images d'une netteté parfaite; elles peuvent servir à déterminer avec précision les dimensions du prisme primitif de la hopéite; les images fournies par a^1 et h^1 sont un peu confuses.

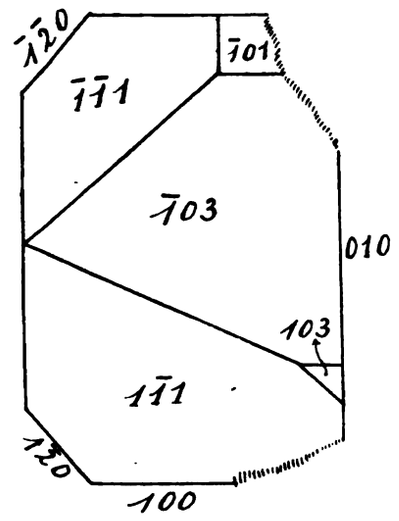


FIG. 5.

Dans le cristal représenté par la figure 5 (**), nous avons observé, en outre, la forme a^3, dont les faces sont très inégalement développées : l'une d'elles n'est visible qu'à la loupe. Correspondance :

Angles :		Calculés.	Mesurés.
g^3g^3	$(120)(\bar{1}20)$	*80°53′	80°53′(0, 1, $\bar{1}$)
$b^{\frac{1}{2}}g^3$	$(111)(120)$	49°14′45″	49°18′(0, $\bar{1}$, 2, 1, 0)
$b^{\frac{1}{2}}b^{\frac{1}{2}}$	$(111)(\bar{1}11)$	*73°11′	73°11′($\bar{2}$, 1, 2, $\bar{1}$, 1)
$b^{\frac{1}{2}}a^1$	$(111)(101)$	20°28′8″	20°11′(0, 1, $\bar{1}$)
a^3a^1	$(\bar{1}03)(\bar{1}01)$	24°8′34″	23°52′(0, $\bar{1}$, 2)
$a^3b^{\frac{1}{2}}$	$(\bar{1}03)(1\bar{1}1)$	57°23′36″	57°30′(2, $\bar{1}$, $\bar{3}$, 1)
$a^3b^{\frac{1}{2}}$	$(\bar{1}03)(\bar{1}\bar{1}1)$	31°14′59″	30°58′($\bar{1}$, 1, $\bar{1}$)
a^1a^1	$(101)(\bar{1}01)$	79°1′48″	78°37′(1, $\bar{6}$, $\bar{1}$, $\bar{8}$, 7, 6)
a^3a^3	$(103)(\bar{1}03)$	30°44′41″	30°56′($\bar{4}$, 0, 5, 0)

Ces cristaux ont deux clivages : h^1 très net, avec éclat légèrement nacré, p difficile.

(*) $b = 50$, $c = 24$, $a' = 21$, $\widehat{x'y} = 118°$.

(**) Projection orthogonale sur p; $b = 50$, $a = 29{,}3$.

Propriétés optiques. Le plan des A.O. est parallèle à p; une lame de clivage h^1 montre la *bissectrice obtuse*, qui est *positive*, de sorte que les axes d'élasticité sont ainsi disposés : $\frac{1}{c} = n_g$ normal à h^1, $\frac{1}{b} = n_m$ normal à p et $\frac{1}{a} = n_p$ normal à g^1.

Biréfringence (*) *d'une lame* h^1. On a amené, par soustraction, les deux violets sensibles, dans une lame de clivage d'épaisseur 33, à l'aide d'un biseau de quartz parallèle, de retard

$$\mathcal{R}_q = 179{,}41 - 5{,}49n.$$

v_1 a été obtenu pour $n = 5{,}81$, ce qui donne $\mathcal{R} = 205$,
v_2 id. id. $n = 16{,}06$, id. $\mathcal{R} = 204$.

On en déduit

$$n_m - n_p = 6 \text{ (**)}.$$

La hopéite est accompagnée de cristaux de calamine, pas aussi aplatis que d'ordinaire suivant g^1 et présentant les formes a^m, e^m, e_m très développées par rapport à p.

KONINCKITE. $Fe^3(PO^4)^2 + 6H^2O$.

Orthorhombique. Petits globules ou demi-sphères formés d'aiguilles radiales, recouverts d'un enduit jaunâtre; au microscope, ces aiguilles sont incolores et montrent un clivage normal à leur allongement. Si l'on écrase un globule entre deux lames de verre, pour isoler les aiguilles qui le forment, et que l'on mesure la biréfringence des différentes plages obtenues, on trouve qu'elle est très variable d'une plage à l'autre, ce qui prouve que les aiguilles sont vues tantôt à travers une face, tantôt à travers une autre;

(*) Nous appelons ici *biréfringence d'une face*, la différence des axes de l'ellipse qu'elle détermine dans l'ellipsoïde inverse.

(**) Un autre essai, moins exact que le précédent, nous a donné $\mathcal{R} = 207$ pour une lame d'épaisseur 39, ce qui conduit à $n_m - n_p = 5$.

toutes ces plages s'éteignent suivant la direction d'allongement. Ces faits, joints à ceux qui vont suivre, montrent que *la koninckite est orthorhombique* et non clinorhombique comme nous l'avions annoncé (*). Parmi les différentes plages, on en rencontre qui montrent une bissectrice à axes modérément écartés, qui est très probablement la bissectrice aiguë et qui est positive. *La direction d'allongement est constamment négative* et le plan des A.O. est dirigé suivant cette direction. En notant p le clivage, on peut dire que l'axe d'élasticité $\frac{1}{a} = n_p$ est normal à p (fig. *d*). La biréfringence varie, pour les plages examinées en grand nombre, entre 2 et 12, le premier chiffre correspondant au cas où la plage présente le pôle de la bissectrice; on peut donc prendre

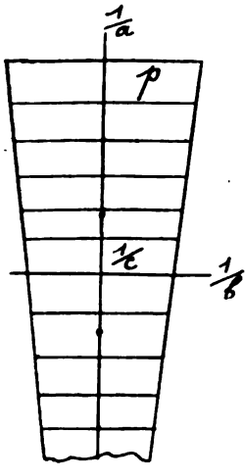


Fig. d.

$$\frac{1}{c} - \frac{1}{a} = n_g - n_p = 12$$

$$\frac{1}{b} - \frac{1}{a} = n_m - n_p = 2.$$

Ces chiffres ne sont qu'*approximatifs* parce que les plages considérées ne sont jamais bien planes.

La koninckite ressemble beaucoup à la wavellite; on l'en distingue par sa grande fusibilité au chalumeau et par le signe de l'allongement des aiguilles, qui est *négatif* dans la *koninckite, positif* dans la *wavellite;* en outre, la biréfringence de la seconde espèce s'élève jusqu'à 25 (**).

La koninckite a été trouvée à Richelle, dans la richellite.

VIVIANITE. $Fe^3(PO^4)^2 + 8H^2O$.

Clinorhombique. La forme primitive a été déterminée en partant des

(*) *Ann. de la Soc. géol. de Belgique*, t. XI, p. 256, 1884.

(**) Ajoutons que la koninckite se dissout bien plus facilement que la wavellite dans l'acide chlorhydrique.

mesures suivantes, que nous avons prises sur de petits cristaux du Cornouailles, à faces parfaitement nettes (*).

$$mm_{ant.} = 71°52'$$
$$a^1h^1_{adj.} = 54°37'$$
$$b^{\frac{1}{2}}b^{\frac{1}{2}} \text{ sur } a^1 = 59°38'.$$

On obtient :

$$\log a = \bar{1},8743641 \qquad a = 0,748797$$
$$\log c = \bar{1},8469087 \qquad c = 0,702925$$
$$\beta = 75°26'42'',7.$$

Cette espèce n'a été rencontrée en Belgique qu'à l'état amorphe : enduits ou masses terreuses blanches (**) ou bleuâtres.

Reproduction de la vivianite. Nous avons obtenu la vivianite en cristaux dichroïques très nets par l'action de l'oxygène de l'air sur une solution fluorhydrique de phosphate ferreux.

CHALCOLITE. $(UO^2)^2Cu(PO^4)^2 + 8H^2O$.

Quadratique. De $pb^{\frac{1}{2}} = 71°24'$ (*Des Cloizeaux*, p. 483), on tire

$$\log c = 0,1719369 \qquad c = 1,485720.$$

A été trouvée dans le quartz, à Viel-Salm.

Cristaux verts aplatis suivant la face *p*, parallèlement à laquelle il existe

(*) Dans un de ces cristaux, nous avons rencontré des faces $hk0$ faisant avec 010 un angle $\alpha = 12°42'$; on en déduit

$$\frac{h}{k} = 0,163333.$$

La notation $g^{\frac{7}{5}} = 160$ convient assez bien avec $\alpha = 12°57'2''$. Cette forme n'est pas indiquée dans les traités de MM. Des Cloizeaux et Dana.

(**) Fr. Dewalque. *Notice sur une vivianite blanche* (Ann. de la Soc. géol. de Belgique, t. III, p. 3, 1876).

un clivage facile, à éclat métalloïde; les lames de clivage montrent un quadrillage à maille carrée paraissant indiquer un clivage prismatique. Les lames, assez minces pour devenir transparentes au microscope, ne donnent pas la croix noire en lumière convergente et n'influencent pas le mica quart d'onde; la chalcolite se comporte donc comme un corps *approximativement cubique,* c'est-à-dire que son *ellipsoïde* d'élasticité optique est *presque sphérique* (*).

Quelquefois en enduits micacés.

β) Phosphate + *n* hydroxyde.

LIBÉTHÉNITE. $Cu^3(PO^4)^2 + Cu(OH)^2$.

Orthorhombique. La forme primitive a été déterminée en partant des données de G. Rose (*Des Cloizeaux,* p. 520) :

$$mm_{ant.} = 87°40'$$

$$e^1e^1 \text{ sur } p = 70°8'.$$

On en déduit :

$$\log a = \bar{1},9823087 \qquad a = 0,960083$$

$$\log c = \bar{1},8463018 \qquad c = 0,701943.$$

La libéthénite a été rencontrée à Viel-Salm, sur le quartz, avec oligiste et chlorite : enduit vert, cristallin, d'épaisseur appréciable, pouvant quelquefois se détacher du quartz sur lequel il est appliqué; on y voit briller à

(*) Il nous a été aussi impossible d'obtenir la figure d'interférence avec la chalcolite de Redruth; cependant M. Des Cloizeaux indique (p. 483) une biréfringence assez forte. Ou bien il doit y avoir confusion, ou bien il existe deux espèces de chalcolite, dont l'une *presque monoréfringente.*

la loupe des facettes triangulaires, ayant souvent la forme d'un triangle presque équilatéral. Nous espérions pouvoir déterminer ces cristaux par des mesures goniométriques, car les facettes, malgré leur extrême petitesse, donnent des images très percevables; malheureusement, il n'y a jamais que la face sensiblement parallèle à la surface de l'enduit qui soit dégagée, les autres sont inappréciables. Nous avons cherché à prouver, par des moyens indirects, que les cristaux de Viel-Salm ont, comme les cristaux des autres localités, la forme du rectoctaèdre me^1.

Si l'on calcule, d'après les données ci-dessus, les angles des faces triangulaires e^1 et m, on trouve :

	Face e^1	Face m
Angle à la base . . .	51°50′21″,5	63°8′40″,4
Angle au sommet. . .	76°19′17″	53°42′39″,2;

si les cristaux ont la forme me^1, la face approximativement équilatérale doit être m (*). Or, d'après les expériences de M. Des Cloizeaux (*ibidem*), le plan des A.O. étant p, et 2V, pour le jaune moyen, étant de 81°8′ autour de la bissectrice normale à g^1, il s'ensuit qu'un axe optique fait un angle de 5°36′ (**) avec la normale à m et doit donc être aperçu en lumière convergente.

Effectivement, dans l'examen microscopique d'un fragment d'enduit formé d'une vingtaine de cristaux, nous en avons rencontré plusieurs présentant une face triangulaire sensiblement normale à l'axe du microscope, et montrant le pôle d'un A.O. à peine excentrique. Le plan des A.O. est naturellement perpendiculaire à un côté du triangle, côté qui doit être le plus court.

(*) La base est au côté approximativement comme 9 est à 10.

(**) Pour le rouge, cet angle descend à 2°51′ et l'axe optique doit avoir son pôle presque au centre du champ.

PSEUDOMALACHITE. $Cu^3(PO^4)^2 + 3Cu(OH)^2$.

Clinorhombique. Données pour la détermination du prisme primitif (*Des Cloizeaux*, p. 522) :

$$mm_{ant.} = 141°4'$$

$$\beta = 76°34'$$

$$d^{\frac{1}{2}} d^{\frac{1}{2}}{}_{adj.} = 62°11'.$$

On obtient :

$\log a = 0{,}4637023$ $\qquad a = 2{,}908723$

$\log c = \bar{1}{,}8244928$ $\qquad c = 0{,}667564.$

Viel-Salm. Enduits vert foncé qui examinés, en écailles très minces, au microscope, montrent qu'ils sont cristallins et quelquefois fibro-radiés.

Analyse. Nous avons pu recueillir, dans un échantillon, $0^{gr},645$ du minéral presque pur, formant un enduit peu adhérent, sur un phyllade. Quelques particularités imprévues qui se sont présentées dans le courant de l'analyse, entre autres la présence de l'alumine, nous ont empêché d'effectuer une analyse complète. Cependant, des résultats obtenus on peut conclure que, presque certainement, le minéral dont il s'agit est bien une pseudomalachite dans laquelle une partie du cuivre est remplacée par de l'aluminium.

La marche à suivre consistait à dissoudre le minéral dans l'acide chlorhydrique, précipiter le cuivre par l'acide sulfhydrique, puis dans le filtrat, privé de l'excès d'hydrogène sulfuré et additionné d'ammoniaque, précipiter l'acide phosphorique par le réactif magnésien.

Mais l'addition de l'ammoniaque a déterminé un précipité sensible d'alumine, entraînant une partie de l'anhydride phosphorique; le précipité, dissous dans l'acide nitrique et traité par la liqueur molybdique, a donné $0^{gr},011$ d'anhydride phosphorique.

En définitive, on a pu doser :

P^2O^5	0gr,140
CuO	0gr,389.

Comme la dissolution par l'acide laissait un résidu de 0gr,034, qui, en tenant compte de la teneur en eau de la roche, correspondait à 0gr,036, les poids inscrits ci-dessus correspondent à 0gr,609 de minéral pur; on obtient ainsi pour composition centésimale et moléculaire :

	%	Molécul.
P^2O^5	22,99	0,1619
CuO	63,88	0,8035.

a) Si l'on suppose que le corps est du type de la pseudo-malachite, c'est-à-dire de la forme

$$(Cu^5, Al^2)(PO^4)^2 + (Cu^5, Al^2)(OH)^6,$$

le nombre de molécules d'eau devant être triple du nombre de molécules d'anhydride phosphorique, on conclut à 0,4857 molécules d'eau, soit à 8,74 %, puis à 4,39 % d'alumine :

	%	Molécul.
P^2O^5	22,99	0,1619 = *a*
CuO	63,88	0,8035 = *b*
Al^2O^3	4,39	0,0426 = *c*
H^2O	8,74	0,4857 = *d*.

Cette composition est plausible, car elle satisfait approximativement à la relation

$$3a + d = b + 3c,$$

qui doit se passer entre les quatre quantités inscrites ci-dessus; effectivement, elle correspond assez bien à la formule

$$(Cu^4Al^2)(PO^5)^2 + 9Cu(OH)^2,$$

avec

$P^2O^5 — 22,6$ $CuO — 63,3$ $Al^2O^3 — 5,5$ $H^2O — 8,6.$

b) Si, au contraire, on suppose que le composé soit du type de la libéthénite, on arrive aux résultats inadmissibles que voici :

	%	Molécul.
P^2O^5	22,99	$0,1619 = a$
CuO	63,88	$0,8035 = b$
Al^2O^3	10,22	$0,0992 = c$
H^2O	2,91	$0,1619 = d.$

γ) Phosphate + Hydroxyde + H^2O.

DELVAUXINE. $2Fe^3(PO^4)^2 + 3Fe^3(OH)^6 + 6H^2O$ (*).

Masses amorphes, brunes, à éclat résineux. Se rencontre dans les amas métallifères : Berneau, Engis, La Rochette, Theux, etc.

Delvauxine pseudomorphe de gypse. Dans les environs de Visé nous avons rencontré des pseudo-cristaux de delvauxine présentant la forme habituelle du gypse : mg^1a_3 (**). Ces pseudo-cristaux sont vides à l'intérieur et ont été formés par le dépôt d'une pellicule de delvauxine sur des cristaux de gypse, enlevés après solidification de la pellicule.

(*) Jorissen, *Ann. de la Soc. géol. de Belgique*, t. VI, p. 39, 1879.
(**) Cesàro, *Ann. de la Soc. géol. de Belgique*, t. XII, p. 192, 1885.

WAVELLITE. $2Al^2(PO^4)^2 + Al^2(OH)^6 + 9H^2O$.

Orthorhombique.

Wavellite. Arbrefontaine. N° 1864. C. U. Dans les mines de manganèse. Aiguille ayant une terminaison bien nette : elle a environ 3 millimètres de longueur et $^1/_2$ millimètre de dimension transversale; la zone verticale, striée parallèlement à l'arête *mm*, est indéterminable; la face g^1 paraît être de clivage; quoique très petites, les faces a^1, $b^{\frac{1}{2}}$, e_3 donnent des images fort nettes et se prêtent à une bonne détermination. Nous sommes parvenu à des résultats absolument en désaccord avec les paramètres généralement adoptés (*Senff in Dana*, p. 842). La figure 6 représente le cristal projeté orthogonalement sur h^1 (*).

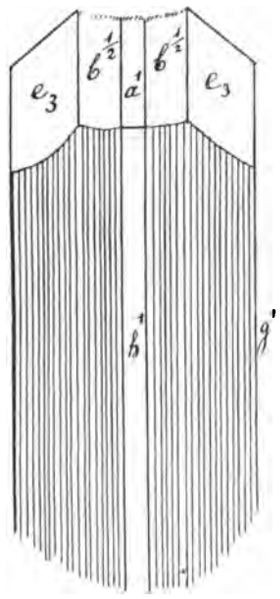


FIG. 6.

Dans la zone e_3a^1 on a obtenu, en partant de e_3 de droite :

$$\alpha = e_3b\ (111) = 15°6'(11,\overline{11})$$

$$\beta = e_3a^1 \quad = 33°22'(6,\overline{6})$$

$$\gamma = e_3b^{\frac{1}{2}}(11\overline{1}) = 51°36'(\overline{1},1)$$

$$\delta = e_3g^1(\overline{0}10) = 123°38'(\overline{8},9).$$

Des deux premières incidences, on tire $a^1b^{\frac{1}{2}} = 18°16'$; de la deuxième et la troisième, il résulte $a^1b^{\frac{1}{2}} = 18°14'$.

Ces mesures sont concordantes, car, si l'on part de $a^1b^{\frac{1}{2}} = 18°14'$, on trouve : $\alpha = 15°8'45''$, $\beta = 33°22'45''$, $\gamma = 51°36'45''$, $\delta = 123°22'45''$. Elles sont tout à fait en désaccord avec celles obtenues par Senff :

$$\alpha = 14°18',\quad \beta = 31°3',5,\quad \gamma = 47°49',\quad \delta = 121°3',5.$$

(*) $b = 100$, $c = 41$.

On a pu mesurer, en outre, fort exactement : $b^{\frac{1}{2}}b^{\frac{1}{2}}$ sur $e^1 = 68°19'(0,3,\overline{2})$ et assez exactement : a^1a^1 sur $p = 72°17'(\overline{3},3,\overline{1})$ et $e_3(121)$ avec $b^{\frac{1}{2}}(\overline{1}11) = 65°38'(5,\overline{6},0)$.

Détermination de la forme primitive. Nous partons de

$$a^1b^{\frac{1}{2}} \quad = 18°14'$$

$$b^{\frac{1}{2}}b^{\frac{1}{2}} \text{ sur } e^1 = 68°19'.$$

On obtient :

$\log a = \overline{1},7460328$	$a = 0,557253$
$\log c = \overline{1},6111290$	$c = 0,408441$
	$mm = 58°15'28''$ (*).

Voici la correspondance, qui est fort satisfaisante :

Angles :		Calculés.	Mesurés.
$e_3b^{\frac{1}{2}}$	(121)(111)	15°8'45''	15°6'
e_3a^1	(121)(101)	33°22'45''	33°22'
$e_3b^{\frac{1}{2}}$	(121)($\overline{1}$11)	51°36'45''	51°36'
e_3g^1	(121)(0$\overline{1}$0)	123°22'45''	123°38'
$b^{\frac{1}{2}}b^{\frac{1}{2}}$	(111)($\overline{1}$11)	68°19'	68°19'
a^1a^1	(101)($\overline{1}$01)	72°28'46''	72°17'
$e_3b^{\frac{1}{2}}$	(121)($\overline{1}$11)	65°44'6''	65°38'

En examinant le paragraphe que M. Des Cloizeaux consacre à la wavellite (p. 455), nous voyons que la forme notée e_3, par nous, sur la wavellite

(*) Senff trouve $a = 0,50489$, $c = 0,37514$ et ses incidences de départ sont : $mm = 53°34'40''$, a^1a^1 sur $p = 73°13'30''$.

d'Arbrefontaine est identique à la forme $e^{\frac{5}{3}} = 5.11.6$ déterminée par l'éminent cristallographe français sur un cristal de Montebras. Effectivement, on a

	Montebras.	Arbrefontaine.
$e^{\frac{5}{3}}a^1$	53°	33°22′
$e^{\frac{5}{3}}g^1$ sur $e^{\frac{5}{3}}$	123°40′	123°38′.

Comme il n'y a pas de mesures inscrites, en ce qui concerne les positions relatives des autres faces : a^1, $b^{\frac{1}{3}}$, etc., nous en concluons que M. Des Cloizeaux n'a pu mesurer sur le cristal de Montebras que les incidences inscrites ci-dessus et qu'il a calculé sa forme primitive en se servant des incidences admises généralement, ce qui l'a amené à noter $e^{\frac{5}{3}}$ la forme de Montebras.

Nous pensons que les mesures admises généralement pour le calcul des paramètres de la wavellite sont inexactes et que les seules incidences exactes sont celles prises par M. Des Cloizeaux sur le cristal de Montebras. En effet, en supposant que les paramètres des auteurs soient corrects et que, par conséquent, la forme que nous avons observée à Arbrefontaine soit $e^{\frac{5}{3}}$, il faudrait ou bien admettre pour nos faces $b^{\frac{1}{3}}$ la notation $5k6$ (*), avec $k = 5{,}499994$, c'est-à-dire

$$10.11.12 = b^{\frac{1}{11}}b^1g^{\frac{1}{3}},$$

ou bien admettre qu'elles divergent de la zone (5.11.6)(010), qu'elles sont bien les $b^{\frac{1}{3}}$ des auteurs, mais que nous nous sommes trompés dans la mesure de l'angle $b^{\frac{1}{3}}b^{\frac{1}{3}}$ de 1°20′ (**), lorsque cet angle est susceptible d'être mesuré à quelques minutes près.

On pourrait supposer, il est vrai, que les incidences varient d'une façon très sensible d'une localité à l'autre; nous ferons observer qu'en tout cas elles sont *très concordantes pour les wavellites de Montebras et d'Arbrefontaine*, et qu'il est de beaucoup plus plausible de supposer que les incidences de Senff sont inexactes.

(*) En les supposant placées sur la zone (5 . 11 . 6)(010).

(**) Cet angle est de 69°39′ d'après Senff et de 68°19′ à Arbrefontaine.

Propriétés optiques. Au microscope, la direction d'allongement des aiguilles (arête *mm*) est toujours positive. La même propriété a été vérifiée dans les wavellites de Bihain et de Viel-Salm. Les aiguilles paraissent aplaties suivant h^1, face que l'on reconnaît à sa position relative aux clivages g^1.

La biréfringence de la face h^1 a été mesurée dans trois cristaux :

e	$\mathfrak{R}$	X (*)
2,35	57,32	24,4
3,29	85,71	26,1
8,22	189,13	23.

Dumont signale la wavellite dans les amas ferrugineux d'Angleur.

d) Destinézite.

$$\begin{array}{ccccc} & OH & & HSO^4 & \\ & | & & | & \\ PO^4 \equiv & Fe^2 & - O - & Fe^2 & \equiv PO^4 + 10H^2O. \\ & | & & | & \\ & HSO^4 & & OH & \end{array}$$

Clinorhombique. Masses réniformes, blanc jaunâtre, que l'on rencontre dans le carbonifère moyen, à Argenteau. Au microscope, on voit qu'elles sont formées par l'agrégat de très petits cristaux clinorhombiques, aplatis suivant g^1. La figure 7 représente un de ces cristaux, qui a pu être étudié avec beaucoup d'exactitude.

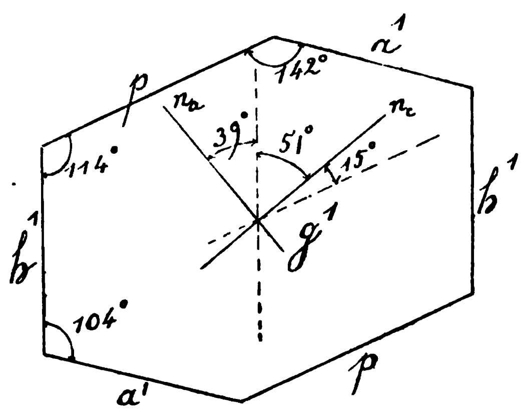


Fig. 7.

Nous avons fait observer la grande analogie existant entre l'orientation des axes d'élasticité optique dans cette espèce et dans le gypse, de même qu'entre certains

(*) Moyenne : 24,5; c'est très sensiblement le nombre obtenu par M. le professeur Lacroix (*Les minéraux des roches*, Michel Lévy et Lacroix, p. 292).

angles des zones ph^1 de ces deux minéraux : la bissectrice $n_p(\frac{1}{a})$ fait un angle de 39° avec la verticale en s'inclinant vers le spectateur, et l'angle vrai ph^1 est de 114° comme dans le gypse. Seulement, d'après les incidences que nous avons obtenues en dernier lieu, la notation de la troisième face de la zone ph^1 (fig. 7) serait compliquée, si on la rapportait aux paramètres du gypse : elle serait notée $a^{\frac{1}{7}} = \bar{8}07$ avec l'orientation que nous avons adoptée, qui est celle de M. Des Cloizeaux, et $o^7 = 107$ si l'on adoptait l'orientation de Miller. Il vaut mieux assigner la notation $a^1 = \bar{1}01$ à la face dont il s'agit et de calculer, en partant de là, le rapport des paramètres a et c.

Données de départ pour le calcul de la forme primitive :

$$\beta = ph^1 = 66°$$
$$pa^1 = 38°;$$

on obtient :

$$\log\frac{a}{c} = 0{,}1975621 \qquad \frac{a}{c} = 1{,}576021.$$

Propriétés optiques. La bissectrice négative fait un angle de 39° en s'inclinant vers le spectateur, la positive fait un angle de 15° avec p. Le cristal que nous venons de décrire, d'épaisseur $e = 0{,}82$, donnait un retard compris entre 20 et 23, de sorte que la *biréfringence* est d'*environ* 26; un autre cristal donnait, entre les nicols parallèles, le violet 28,1, son épaisseur était de 0,94; d'où X = 30.

La destinézite est remarquable par le fait qu'elle se laisse enlever de l'acide sulfurique par l'eau et par son *passage immédiat de l'état acide à l'état basique* au contact de l'eau contenant une trace de carbonate alcalin. La chaleur en expulse l'acide sulfurique et donne comme résidu un phosphate basique. Ces propriétés sont exprimées par la formule inscrite ci-dessus.

Mode de formation. Lorsqu'on dissout dans l'acide sulfurique un phosphate ferrique basique ayant la composition de la delvauxine, ou de la delvauxine naturelle, puis qu'on additionne le liquide d'eau distillée froide, après quelques minutes le liquide se trouble et l'on obtient un dépôt blanchâtre, qui est un phosphate ferrique analogue à la destinézite. Cette expé-

rience indique le mode de formation probable de l'espèce dont nous nous occupons.

Note. Les rognons de destinézite sont englobés dans une argile remarquable par le fait qu'elle contient un très grand nombre de cristaux de quartz, isolés et parfaitement terminés. Si l'on délaie l'argile dont il s'agit et qu'on lave par décantation, on recueille au fond du vase un sable très fin, noirâtre, formé principalement de quartz et de mica. Le mica, incolore, est un mica biaxe; le quartz, en beaux petits cristaux, toujours isolés les uns des autres et terminés aux extrémités de l'axe vertical, a la forme ordinaire $e^2pe^{\frac{1}{2}}$; ses faces sont miroitantes, mais il est peu transparent et brunâtre; les dimensions de ces cristaux sont assez variables; en voici quelques-unes exprimées en centièmes de millimètre :

Hauteur :	143	29	5
Largeur :	57	11	2,6.

Diadochite. M. le professeur Fr. Dewalque a fait connaitre (*) un sulfophosphate ferrique hydraté analogue à la destinézite, provenant de la mine de Vedrin. Les compositions sont un peu divergentes, en ce sens que le minéral de Vedrin est moins riche en anhydride sulfurique que celui d'Argenteau, mais contient plus d'oxyde ferrique et d'eau.

La *diadochite* de la mine d'anthracite de Peychagnaud (**), décrite par M. Carnot, ne présente aucune sorte de cristallinité, tandis que le minéral de Vedrin, d'après les observations de M. Fr. Dewalque, est cristallin et clinorhombique.

Le minéral de Vedrin constitue probablement le passage par altération (***) entre la *destinézite* d'Argenteau et la *diadochite* de Peychagnaud, ses caractères physiques la rapprochant de la première.

Nous proposons d'attribuer le nom de *destinézite* à l'espèce prise dans sa pureté, en laissant le nom de *diadochite* à la variété altérée et amorphe.

(*) *Ann. de la Soc. géol. de Belgique*, t. VII (BULL., p. CXII, 1879).
(**) *Bull. de la Soc. de min. de France*, t. III, p. 39.
(***) FORIR, *Ann. de la Soc. géol. de Belgique*, t. VIII (BULL., p. CLI).

ε) Richellite.

$$3Fe^3(PO^4)^2 + PO^4 \equiv \begin{matrix} OH \\ | \\ Fe^3 \\ | \\ Fl \end{matrix} - O - \begin{matrix} Fl \\ | \\ Fe^2 \\ | \\ OH \end{matrix} \equiv PO^4 + 36H^2O.$$

Amorphe. Jaune crème ou jaune d'ocre clair, compacte ou stratoïde. Trouvée à Richelle (*).

Si l'on place de la richellite (**) dans un creuset de platine recouvert par un verre de montre et que l'on chauffe dans une étuve, vers 300°, presque toute l'eau se dégage, sans que le verre soit attaqué. Si ensuite on chauffe l'essai sur une toile métallique, de façon à rougir seulement celle-ci, le reste de l'eau est expulsé, sans qu'il y ait dégagement d'acide fluorhydrique. Si, enfin, on chauffe la matière, ainsi *complètement desséchée,* sur un bec Bunsen, *au rouge, à un moment donné, un phénomène d'ignition se produit;* la masse devient incandescente progressivement, de la circonférence au centre : ce phénomène dure quelques instants. Au même moment, le verre, qui permettait de voir à travers, s'obscurcit et est fortement attaqué.

Nous avons obtenu un phosphate analogue à la richellite, quant à sa composition et quant à sa structure (***), en laissant à l'air une solution de phosphate ferreux dans une petite quantité d'acide fluorhydrique : à mesure que le sel ferreux s'oxyde au contact de l'air, la liqueur devient de *moins en moins acide;* une pellicule se forme à la surface du liquide, puis se dépose au fond du vase.

(*) Pour la description du gisement de la Richellite voir : M. Lohest, *Compte rendu de l'excursion du 28 août 1883.* — Ann. de la Soc. géol. de Belgique, t. X, *Bull.*, p. clxxxi.

(**) Cesàro, *Ann. de la Soc. géol. de Belgique*, t. XI, p. 258, 1884.

(***) *Reproduction de quelques phosphates de fer naturels par l'action de l'oxygène de l'air sur une solution ferreuse acide* (Ann. de la Soc. géol. de Belgique, t. XIII, pp. 25 à 27).

SULFATES.

a) SULFATES ANHYDRES.

BARYTINE. $BaSO^4$.

Orthorhombique. La forme primitive a été déterminée en partant des données suivantes (*Dana*, p. 900) :

$$mm = 78°22'26''$$

$$a^3a^3 \text{ sur } p = 77°42'56''$$

On obtient :

$\log a = \bar{1},9112646$	$a = 0,815201$
$\log c = 0,1184584$	$c = 1,313586.$

Les formes observées sont :

$p = 001$	$a^{\frac{2}{3}} = 302$	$b^{\frac{4}{3}} = 111$
$h^1 = 100$	$a^1 = 101$	$b^{\frac{5}{3}} = 113$
$g^1 = 010$	$a^2 = 102$	$b^2 = 114$
$g^2 = 130$	$a^3 = 103$	$b^{\frac{5}{3}} = 115$
$h^3 = 210$	$a^4 = 104$	$b^5 = 116$
$h^5 = 320$	$a^6 = 106$	$s = b^{\frac{1}{3}}b^1g^{\frac{1}{2}} = 122$
$h^7 = 430$	$e^1 = 011$	$u = b^{\frac{1}{12}}b^{\frac{1}{5}}g^{\frac{1}{8}} = 7.17.16.$

Nous décrirons d'abord les différentes barytines cristallisées en les groupant d'après leur type cristallin, puis nous nous occuperons successivement des barytines aciculaires, crêtées et concrétionnées.

α) Cristaux ne présentant que des formes appartenant aux trois zones principales.

Type *mp.*

Olloy. Prismes primitifs presque opaques, rarement modifiés par a^2.
Vierves. Tables primitives peu translucides, portant quelquefois a^2.

Type pma^x.

Vierves. mpa^2. En filon traversant les schistes de Couvin.
Engihoul. mpa^2a^4. N° 4851 (7). C. U. Assemblage à axes parallèles. Un de ces cristaux est représenté par la figure 8 (*). On y a mesuré :

$$pa^2 = 59°15'(4, \bar{4}), \qquad a^2a^4 = 17°18'(0, 3, \bar{3}).$$

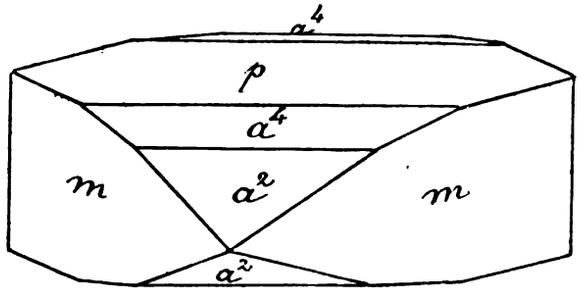


FIG. 8.

Rumelange. $pma^2a^4a^6$. Cristaux trouvés dans une ammonite de la *limonite oolithique de Mont-Saint-Martin.*

Type pma^2e^1.

Vierves. $pma^2a^4e^1$. N° 1053 (26). C. U. Cristaux tabulaires suivant *p*.
Prayon. pme^1a^2 et $pme^1a^2a^4$. On a trouvé dans le gisement du quartz cubique des cristaux jaunâtres, presque transparents, à faces parfaitement

(*) Projection oblique sur h^1. $b = 51$, $c = 67$, $a' = 20$, $\widehat{x'y} = 123°$.

réfléchissantes. Ils ont des dimensions notables : l'un d'eux mesure 9 à 10 millimètres suivant les axes x et y, et de 3 à 4 millimètres suivant l'axe z.

Villers-en-Fagne. pma^2e^1. Aplatis suivant p; plutôt allongés suivant l'arête pa^2. En filon, avec sperkise et calcite, dans les schistes et calcaires de Frasne.

Type pa^2e^1.

Vierves. pa^2e^1. C'est la forme ordinaire des cristaux de cette localité. Les cristaux de Vierves ont la forme de tables rectangulaires, atteignant des dimensions considérables : un fragment de l'une d'elles (brisée suivant un plan à peu près perpendiculaire à y) mesure 70 millimètres suivant l'arête pa^2, 90 suivant l'arête pe^1 et 35 suivant la verticale. Les faces p sont striées parallèlement à leur intersection avec a^2; dans ces grandes tables, on distingue immédiatement a^2 de e^1, parce que l'angle a^2a^2 latéral est aigu, tandis que e^1e^1 est obtus.

Vierves. $pa^2a^4e^1$. N° 11502 (25). C. U. On y a mesuré :

$$pa^2 = 39°2'(0, 0), \qquad a^2a^4 = 17°6'(3, \overline{3}), \qquad pe^1 = 52°48'(\overline{4}, 4).$$

Type pmg^1.

Grandglise (Hainaut). (9). C. U. Dans les sables landeniens.

Petites lamelles, aplaties suivant p, d'épaisseur variable, souvent très petite, se trouvant dans un sable aggloméré; elles donnent fréquemment entre les N.C. des teintes de polarisation nettes : nous en avons observé une qui se teintait en v_1 et qui avait, par conséquent, une épaisseur de 7 centièmes de millimètre; une autre, à teinte fort basse, indiquait un retard de 21 et n'avait, par conséquent, que 4 centièmes de millimètre d'épaisseur. Les faces g^1 ont à peu près le même développement que les faces m, de sorte que la lamelle a la forme d'un hexagone équilatère plus ou moins régulier. Entre p et g^1, il y a des faces courbes qui doivent être des e^1 déformées.

Type pmg^1a^2.

Prayon. pmg^1a^2. N° 1473 (17). C. U. Ce cristal, implanté sur du quartz, est assez embarrassant à orienter par le fait que, parallèlement à g^1, on aperçoit des indices nets de clivage, tandis que le clivage p n'est pas visible; il est allongé suivant l'arête pa^2 et implanté de manière qu'il est terminé supérieurement par la face g^1. Des faces rugueuses situées sur la zone pa^2 sont des *faces de composition,* formées d'éléments qui miroitent, les uns simultanément avec p, les autres avec a^2.

Type $pmg^1h^1a^2e^1$.

Fleurus. N° 4862 (8). C. U. Cristaux limpides, tabulaires suivant p, groupés à axes parallèles et joints suivant g^1. Mesuré :

$$pa^2 = 38°39' \qquad pe^1 = 32°22'.$$

Les faces h^1 sont fort petites; ces cristaux sont allongés suivant l'arête g^1e^1. Ils sont parfois tellement minces que l'on peut y mesurer la différence des indices principaux de p :

$$\frac{1}{c} - \frac{1}{b} = n_g - n_m$$

en y amenant les violets sensibles par soustraction.

Un de ces cristaux avait une épaisseur $e = 27$ et donnait une teinte trop haute pour être appréciée, mais qu'un biseau de quartz parallèle pouvait faire descendre à v_2, puis à v_1. On a obtenu, dans le premier cas, $\mathfrak{R} = 210{,}8$, dans le second $\mathfrak{R} = 211$, de sorte que

$$n_g - n_m = 7{,}8.$$

Type $pmg^1g^3a^2e^1$.

Rumelange (*). Petites tables transparentes ayant de 2 à 3 millimètres de largeur, à faces a^2 très réduites; les faces m et g^1 ont pris un égal développement et donnent aux cristaux l'apparence de lames hexagonales, comme dans la barytine de Grandglise. Quelquefois la face g^1 montre, par l'alternance des facettes g^1 et g^2, que le cristal est formé d'une suite d'individus groupés à axes parallèles.

Type $pmh^1h^5a^2a^4$.

Rumelange (**).

Type $pmh^1g^1h^7\bar{a}^{\frac{2}{5}}a^1a^2a^4e^1$.

Ferme Fanné. Du calcaire intercalé dans les schistes entre le calcaire dolomitique et la dolomie (tranchée du chemin de fer de la ferme Fanné). Petites tables allongées suivant ph^1, accompagnées de scalénoèdres de calcite. Ces tables sont, les unes transparentes, les autres presque opaques; ces dernières sont surtout remarquables par le beau développement des faces a^4. Les transparentes présentent presque toutes de petites facettes h^x entre m et h^1, qui est très étroite; dans une d'elles, nous avons pu mesurer assez exactement l'angle $\alpha = 31°32'$ que l'une de ces facettes $h10$ faisait avec h^1; on en déduit :

$$h = 1{,}328551;$$

on peut prendre pour sa notation $430 = h^7$. Cette forme n'a pas encore été signalée. Dans le même cristal existe une face de la forme $h01$ faisant avec p un angle de $67°47'$; on en déduit :

$$h = 1{,}51945;$$

(*) Cesàro, *Ann. de la Soc. géol. de Belgique*, t. XIV, p. 12, fig. 3, 1887.
(**) Idem, *ibidem*, fig. 2.

elle correspond assez bien à $302 = a^{\frac{5}{2}}$. Voici la correspondance :

Angles	Calculés	Mesurés
h^1h^1	31°26'30"	31°32'
$pa^{\frac{5}{2}}$	67°31'26"	67°47'.

β) *Cristaux présentant des formes* b^x.

Type $pa^2e^1b^{\frac{5}{2}}b^{\frac{5}{2}}$.

Rocheux. Avec cinabre (*). Cristaux aplatis suivant p, à peu près carrés,

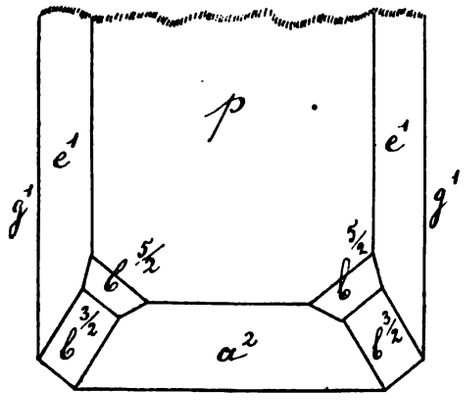


FIG. 9.

ayant ordinairement pour notation $pa^2h^1e^1m$; les faces e^1 sont ternes; on aperçoit par-ci par-là des rudiments de facettes en zone avec p et m. Dans un cristal, nous avons rencontré la combinaison représentée par la figure 9 (**). La forme $b^{\frac{5}{2}}$ est parfaitement développée (mesuré : $pb^{\frac{5}{2}} = 34°48'$ [0,1]); en outre, il existe une face faisant avec p un angle d'environ 25°, qui correspond à la notation $b^{\frac{5}{3}}$.

(*) CESÀRO, *Bull. de l'Acad. royale de Belgique*, 65e année, 3e série, t. XXX, p. 56, 1895.
(**) Projection orthogonale sur p : $b = 100$, $a = 81{,}5$.

Type $pma^2e^1b^{\frac{1}{2}}$.

Lambermont. $pma^2e^1b^{\frac{1}{2}}$. N° 4574 (14). C. U. Cristaux jaune clair, parfaitement transparents, ayant la forme générale d'un prisme hexagonal surmonté d'une pyramide, l'arête du prisme étant dirigée suivant pe^1, direction suivant laquelle ils sont allongés; la figure 10 en est la projection

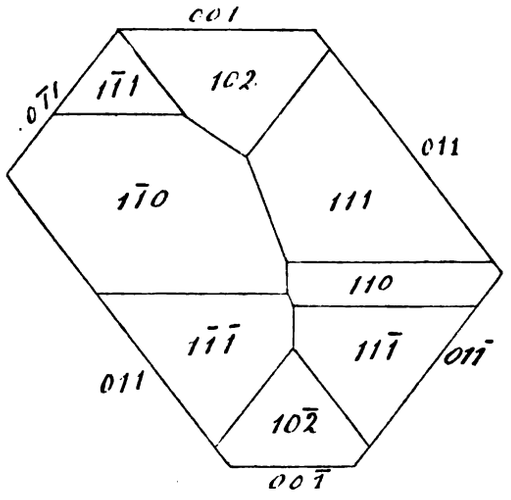


FIG. 10.

orthogonale sur h^1 (*). Les faces e^1 sont ternes, a^2 et $b^{\frac{1}{2}}$ donnent des images d'une netteté parfaite. Voici quelques mesures précises :

$$a^2a^2 \text{ sur } h^1 = 102°12'30''\left(\frac{\bar{1}}{2}, \frac{\bar{1}}{2}, \frac{1}{2}, \frac{1}{2}\right)$$

$$mb^{\frac{1}{2}} = 25°41'(\bar{1}, 3, 0, \bar{2}, \bar{3}, 2)$$

$$a^2b^{\frac{1}{2}}_{adj.} = 39°12'(1, 0, 1).$$

(*) $b = 50$, $c = 65\frac{1}{3}$.

Fleurus. $pma^2a^4e^1b^{\frac{1}{2}}b^3$.

Cristaux limpides atteignant quelquefois des dimensions notables : l'un d'eux mesurait 12 millimètres suivant l'arête pe^1, 6 suivant l'arête pa^2 et avait une épaisseur de 3 à 4 millimètres. La figure 11 représente un de ces cristaux projeté orthogonalement sur p.

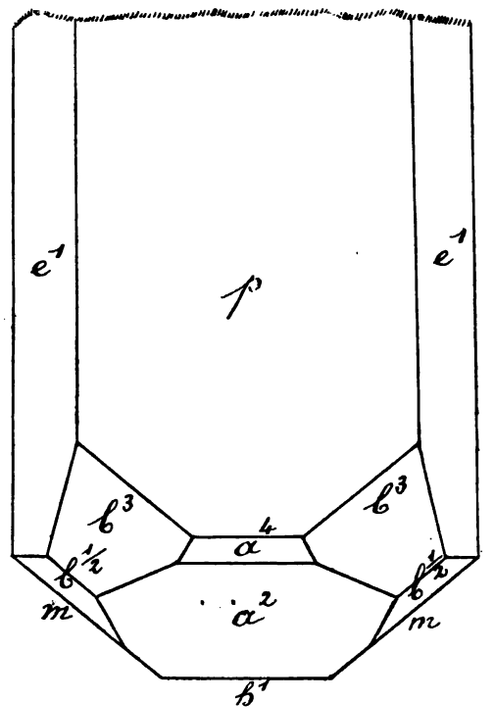


FIG. 11.

La face b^3, quoique large et bien dessinée, ne se prête pas aux mesures, ne fournissant pas d'image en général; après quelques recherches, nous avons trouvé deux cristaux mesurables; sur le premier, nous avons obtenu :

$b^m b^m$ latéral $= 141°34'$, d'où : $pb^m = 19°13'$;

en désignant la face dont il s'agit par $11l$, on obtient :

$l = 5{,}96452$ et, comme notation : $116 = b^5$.

Dans un second cristal, nous avons pu mesurer assez exactement $a^2b^3 = 26°49'$.

La correspondance est satisfaisante :

Angles	Calculés		Mesurés
	pour $b^{\frac{5}{3}} = 115$ (*)	pour $b^3 = 116$	
avec $p = 001$	22°54'37"	19°6'39"	19°15'
avec $a^3 = 102$	25°4'44"	26°16'24"	26°49'

Prayon. $pma^2a^4e^1b^{\frac{5}{3}}b^2$.

Sur un des cristaux du gisement du quartz cubique, dont il a été parlé antérieurement, on a constaté des facettes en zone avec p et m, petites, mais nettes; ces faces répondaient aux notations $b^{\frac{5}{3}}$ et b^2.

Type $pmg^1g^2a^2e^1b^3h^1$.

Rumelange. $pmg^1g^2a^2a^4b^3e^1h^1$.

Cristaux d'un blanc de marbre (**), presque opaque, allongés suivant l'arête ph^1. Quelquefois la forme a^6 vient s'ajouter aux précédentes.

Type $pma^2a^3a^4a^6h^3b^{\frac{1}{3}}b^{\frac{5}{3}}b^2$.

Rumelange. Nous venons d'observer cette combinaison sur un fragment d'un grand cristal, blanc de marbre, provenant de l'oolithe de Mont-Saint-Martin.

(*) Il est probable que ces faces ternes sont celles auxquelles M. Stöber a assigné dubitativement la notation $b^{\frac{5}{3}} = 115$, en se basant sur le fait qu'elles paraissent appartenir à la zone e^1a^4 (*Bull. de l'Acad. royale de Belgique*, 3e série, t. XXIX, n° 3, p. 413, mars 1895). Cependant la forme $b^{\frac{5}{3}}$ existe au Rocheux et, à Rumelange, elle coexiste avec b^3.

(**) *Ann. de la Soc. géol. de Belgique*, t. XIV, p. 12, fig. 1.

γ) *Cristaux présentant les formes*

$$s = b^{\frac{1}{3}}b^{\frac{1}{1}}g^{\frac{1}{2}} = 122 \qquad \text{et} \qquad u = b^{\frac{1}{19}}b^{\frac{1}{5}}g^{\frac{1}{3}} = 7.17.16.$$

Vierves. $pma^1a^2a^4e^1g^1s$.

La figure 12 représente, en projection oblique sur h^1 (*), un assez grand

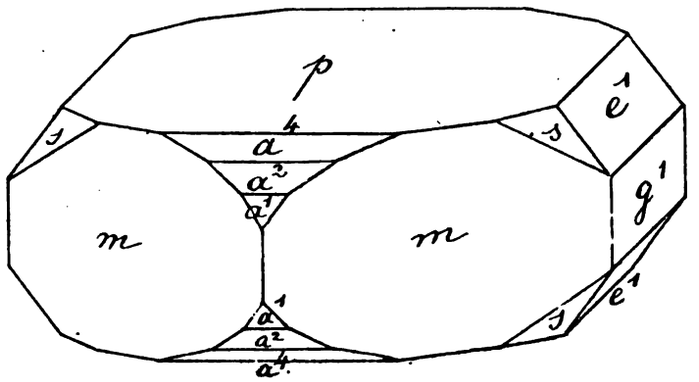


FIG. 12.

cristal de Vierves, ayant la notation indiquée ci-dessus. Ce cristal est formé de deux zones : on aperçoit à l'intérieur un prisme non modifié, presque opaque; la partie extérieure, qui porte les modifications, est transparente. Les facettes de la forme s, sur les arêtes culminantes de laquelle e^1 forme une troncature latérale, sont très peu développées et n'ont pu donner lieu qu'à des mesures approximatives. Mesuré :

$pe^1 = 52°45'(\bar{1}, 1)$ $\qquad$ $pa^4 = 21°54'(2, \bar{2})$

$pa^2 = 38°45'(\bar{2}, 1)$ $\qquad$ $ps = 57°35'(16, \overline{15})$

$se^1 = 25°46'(\overline{27}, \bar{3}, 17, 13)$ et $se^1 = 26°42'(4, \overline{14}, 6, 4)$.

(*) $b = 51$, $c = 67$, $a' = 10$, $x'y = 135°$.

Hornu. $e^1ma^2a^1h^1b^{\frac{1}{2}}s$. N° 13. C. U.

Grand cristal presque limpide, très allongé suivant l'arête e^1e^1, représenté par la figure 13 (*). Les faces p sont de clivage; les faces e^1 sont rabo-

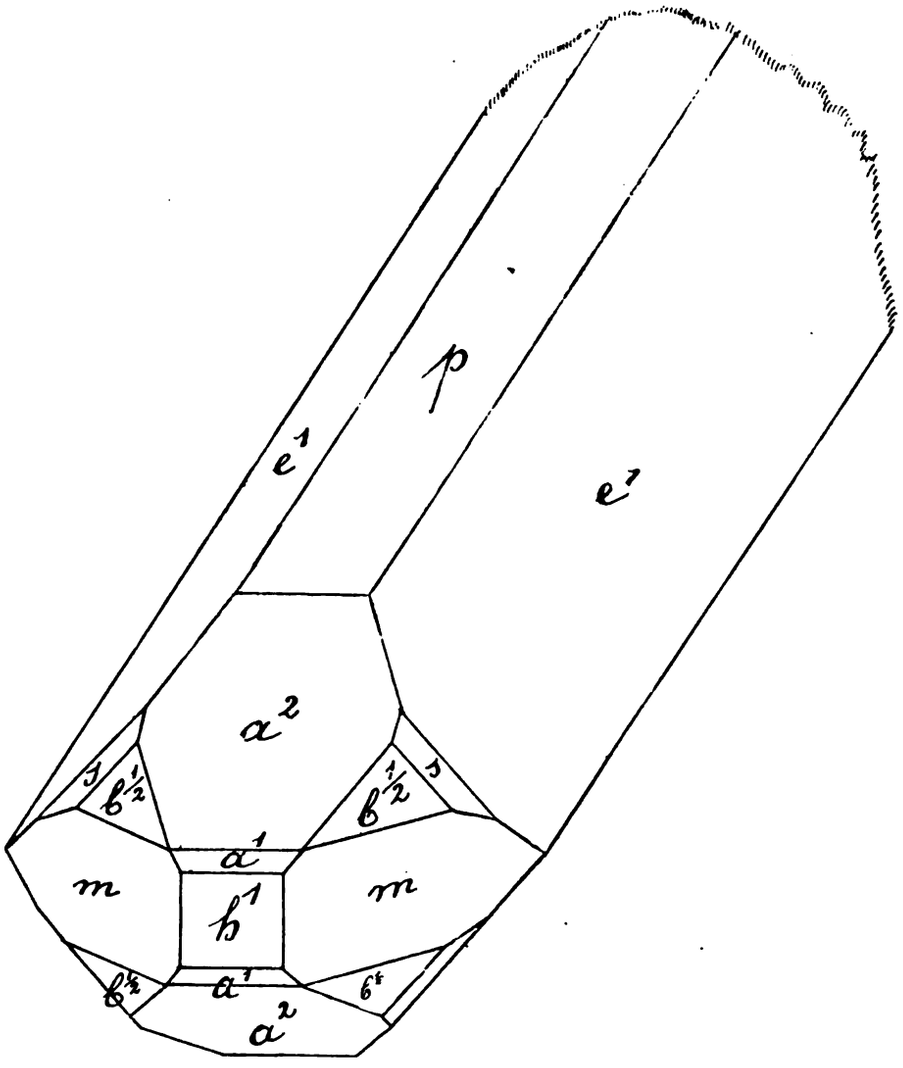


FIG. 13.

teuses; en outre, celles qui aboutissent à $\breve{y}$ sont dans un état différent de

(*) Projection oblique sur h^1 : $b = 51$, $c = 67$, $a = 20$, $x\,y = 123°$.

celles qui aboutissent à $\bar{y}$. Le poids et la taille du cristal n'ont permis que des mesures approximatives :

$a^3h^1 = 50°5'(\bar{2}, 3)$ $\quad a^1h^1 = 34°4'(9, \bar{8})$

$mh^1 = 39°2'(3, \bar{4})$ $\quad pe^1 = 52°$ à $53°$

$mb^{\frac{1}{3}} = 25°40'(\bar{3}, \bar{4}, 12, 4, \bar{8})$ $\quad sb^{\frac{1}{3}} = 18°42'(3, \overline{14}, 15, \bar{5})$.

Prayon. $pa^2a^1mb^{\frac{1}{3}}e^1s$.

Très minces tables p, transparentes, représentées par la figure 14 (*);

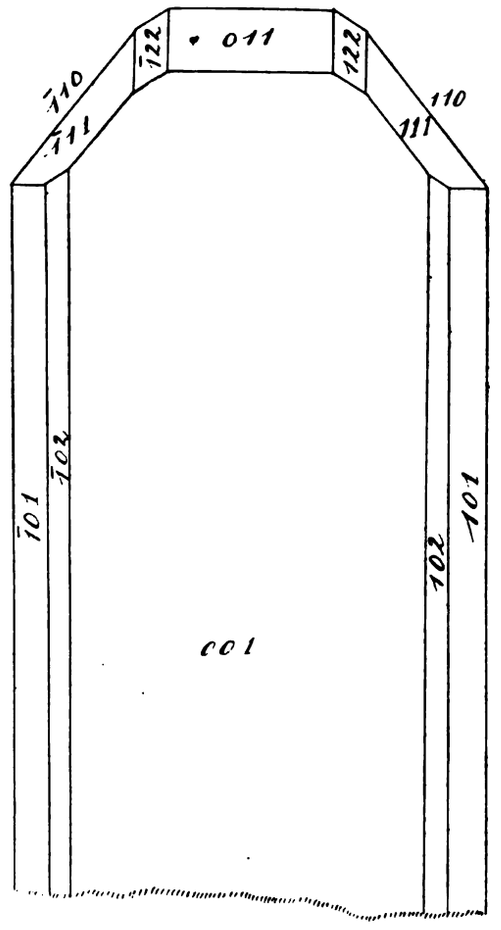


FIG. 14.

(*) Projection orthogonale sur p : $b = 200$, $a = 163$.

elles sont allongées suivant l'arête pa^1. Les cristaux mesurés n'ont pas un demi-millimètre de dimension maxima.

Bouffioulx. $pmh^1g^1h^5a^1a^2a^6e^1b^{\frac{1}{2}}s$.

Beaux cristaux, de dimensions moyennes, remarquables par l'uniforme et beau développement des différentes formes qui les composent. La figure 15

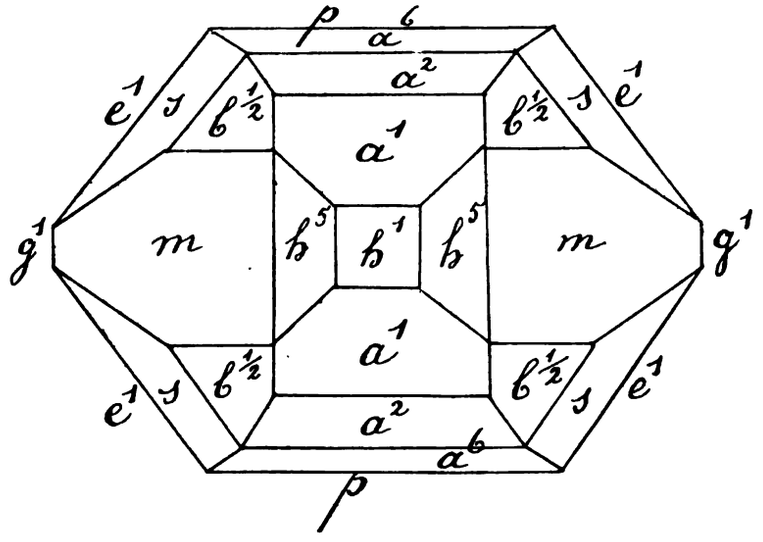


FIG. 15.

en est la projection orthogonale sur h^1 (*).

Bouffioulx. $pmh^1b^{\frac{1}{2}}a^1a^2a^4su$.

Grandes tables transparentes, jaunâtres, aplaties suivant p. La figure 16

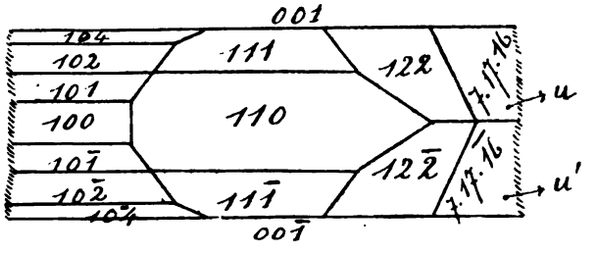


FIG. 16.

représente un fragment d'une de ces tables projeté orthogonalement

(*) $b = 51$, $c = 67$.

sur h^1 (*). Les faces e^1 sont arrondies. Ces cristaux sont remarquables par la présence de la nouvelle forme uu', qui a donné lieu aux mesures suivantes :

$$uh^1_{100} = 67°37'(0, 1, \bar{1})$$

$$uu' = 65°34'(\bar{1}, 2, 1, 0)$$

$$us_{122} = 3°58'(\bar{8}, 1, 7).$$

En partant des deux premières incidences et en désignant la face u par hkl, on obtient :

$$\left.\begin{array}{l} \frac{h}{k} = 0{,}414161 \\ \frac{l}{k} = 0{,}9489296 \end{array}\right\} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (1)$$

En prenant pour $\frac{h}{k}$ la troisième réduite et pour $\frac{l}{k}$ la quatrième, on obtient :

$$hkl = 8.20.19 = b^{\frac{1}{28}} b^{\frac{1}{19}} g^{\frac{1}{19}}.$$

Cette notation ne s'approche pas suffisamment, comme le montre le tableau de correspondance qui va suivre.

En prenant pour $\frac{h}{k}$ et pour $\frac{l}{k}$ les quatrièmes réduites, on obtient :

$$hkl = 25.60.57 = b^{\frac{1}{85}} b^{\frac{1}{85}} g^{\frac{1}{57}},$$

qui s'approche bien.

(*) $b = 51$, $c = 67$.

Si l'on veut la notation la plus simple relativement aux arêtes du primitif, on a d'abord, en transformant les formules (1) :

$$m = 1{,}414161$$
$$-n = 0{,}585839$$
$$p = 0{,}948930;$$

en développant $-\frac{m}{n}$ et $-\frac{p}{n}$ en fraction continue et en prenant pour ces rapports respectivement la troisième et la cinquième réduite, on obtient :

$$mnp = b^{\frac{1}{12}} b^{\frac{1}{7}} g^{\frac{1}{5}} = 7.17.16,$$

qui donne, avec une notation relativement simple, des résultats satisfaisants, comme le montre le tableau suivant :

Angles	Calculés			Mesurés
$u =$	8 20.19	25.60.57	7.17.16	
$u(100)$	68°19′	67°30′	67°40′,5	67°37′
$u(001)$	57°0′,5	57°13′	57°24′	57°13′
$u(122)$	4°31′	3°44′,5	3°59′,5	3°58′

La forme 7.17.16 est nouvelle et ne se rapproche d'aucune des formes citées par M. Dana; elle se trouve sur la zone déterminée par $s = 122$ et $m = 1\bar{1}0$.

d) Cristaux en enduit.

La barytine a été signalée (*) en lamelles rhombiques *pm*, ayant une épaisseur de 2 centièmes de millimètre, formant enduit sur des schistes au contact des psammites du Condroz, à Chaudfontaine, accompagnant l'aragonite et la calcite.

(*) Cesàro, *Barytine et aragonite en enduits cristallins sur des schistes au contact des Psammites du Condroz* (Ann. de la Soc. géol. de Belgique, t. XXI, 1894).

ε) *Cristaux partiellement déterminables.*

Angleur. N° 4857 (1). C. U. Dans l'ampélite.

Petits cristaux jaunes, aplatis suivant p, adhérant au calcaire par un plan voisin de p, allongés suivant l'arête pg^1. Leurs faces sont plus ou moins courbes et quelques-unes ne permettent pas de détermination. Notation : $pa^2a^1e^1$...

ζ) *Barytine aciculaire.* e^1.

Bleyberg. Houppes d'aiguilles jaunâtres (*) accompagnant la sidérose, assez répandues dans les collections sous le nom de céruse.

Nous nous sommes proposé de déterminer suivant quelle direction se trouve dirigé l'axe de l'aiguille. Au microscope, ces cristaux aciculaires, *quelle que soit la face* par laquelle ils reposent sur la lame porte-objet, présentent toujours le signe + suivant la direction d'allongement; ils ne peuvent donc être allongés suivant l'arête mm parallèlement à laquelle se trouve dirigé le petit axe $\frac{1}{a}$ de l'ellipsoïde inverse, et l'allongement a lieu probablement suivant l'arête pe^1, direction qui coïncide avec le grand axe $\frac{1}{c}$ du même ellipsoïde.

Effectivement, après quelques recherches, nous sommes parvenu à trouver une aiguille bordée en longueur par les faces e^1 et portant le clivage p. On y a mesuré : e^1e^1 lat. = 75° environ.

η) *Barytines crétées.*

Prayon. Gisement du quartz cubique.

Houppes cristallines jaunes, plus ou moins sphériques, formées d'éléments dirigés approximativement suivant des plans méridiens de la sphère de groupement.

(*) Cesàro, *Ann. de la Soc. géol. de Belgique*, t. XVIII, 1891.

Cristal élémentaire. Le cristal élémentaire, très aplati suivant p, a pour notation pa^2e^1m, les dernières faces étant rudimentaires; il a donc la forme d'une tablette rectangulaire. Le côté a^2 se distingue du côté e^1 en ce que les facettes y sont mieux développées; en outre, le biseau y est aigu, tandis que sur e^1 il est obtus; enfin, en lumière polarisée, on s'oriente, même dans des lamelles non terminées par des contours nets, par le fait que le grand axe de l'ellipse inverse de section est dirigé suivant l'arête pe^1.

Élément lamellaire. Un élément lamellaire de l'assemblage a un arrangement parfaitement déterminable, que l'on n'aperçoit pas du premier coup d'œil : si l'on s'habitue à faire abstraction de quelques cristaux élémentaires d'orientation fortuite, et que l'on ne tient compte que de l'arrangement commun à presque tous les éléments, on remarque bientôt que les cristaux élémentaires ont leur face p commune, qu'ils ne sont pas parallèles et qu'on peut les diviser en deux camps d'orientation peu différente; avec un peu d'attention, on finit par trouver, au point où les deux camps se rencontrent, du côté e^1, un petit bec très obtus et (fig. 17) (*) de véritables macles avec un plan de jonction vertical très voisin de h^1; du côté a^2, il n'y a pas d'angle rentrant.

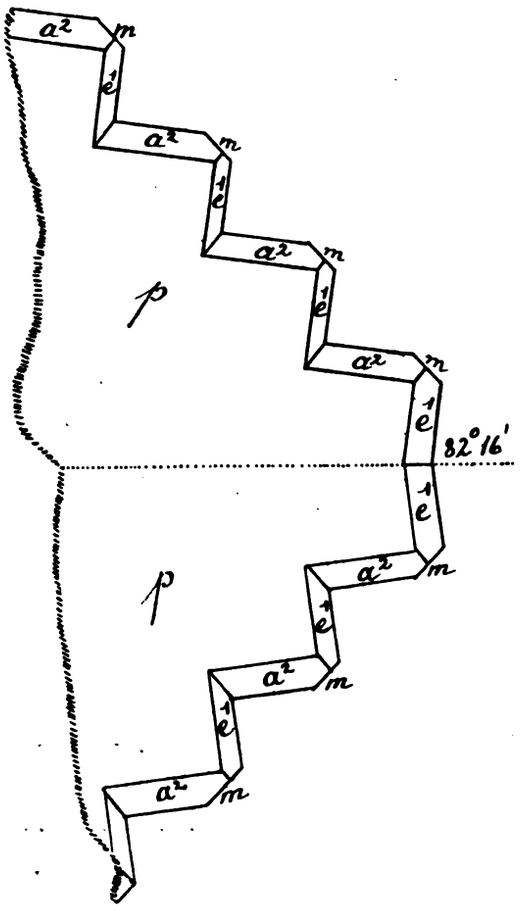


FIG. 17.

L'angle rentrant, fait par les arêtes e^1e^1, mesuré au microscope, a été trouvé de 164° à 165°; il

(*) Projection orthogonale sur p : $b = 200$, $a = 163$.

s'ensuit que le plan de macle fait avec g^1 un angle de 82°15′ et correspond à $h^{\frac{1}{7}} = 610$ (calculé : $g^1 h^{\frac{1}{7}} = 82°16'$). On voit donc que l'*élément lamellaire se compose de deux séries de cristaux maclés suivant* $h^{\frac{1}{7}}$. Comme le montre la figure, le développement des cristaux élémentaires est tel que les petites facettes *m* homologues sont sensiblement dans un même plan.

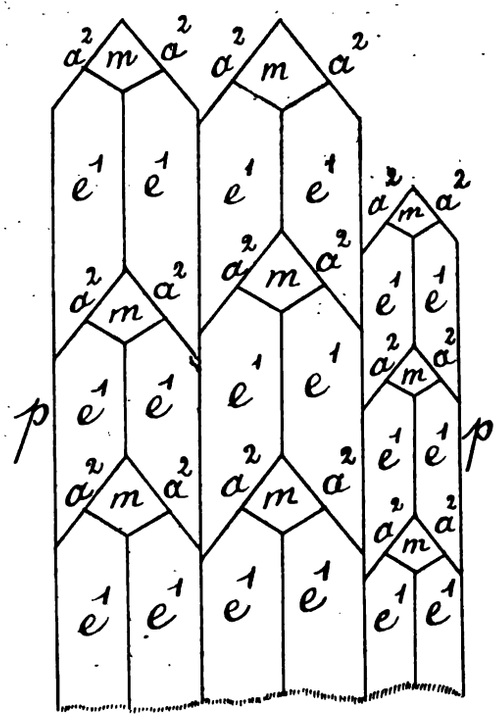


FIG. 18.

Élément laminaire. Un certain nombre d'éléments lamellaires se superposent avec leurs faces *p* comme plan de jonction, approximativement; on obtient ainsi une lame formée de cinq à vingt éléments lamellaires légèrement divergents. La figure 18 représente un élément laminaire en projection orthogonale sur g^1 (*). En regardant un élément laminaire sur sa tranche, on voit que les éléments qui la composent sont de dimensions inégales et que leur parallélisme n'est qu'approximatif.

Assemblage. Il ne nous a pas été possible de préciser le mode d'après lequel les éléments laminaires, en s'assemblant, déterminent le groupement quasi-sphérique; en général, ils paraissent subir, l'un par rapport à l'autre, une rotation autour d'un axe qui est parallèle tantôt à l'arête pa^2, tantôt à pe^1, tantôt à pm; c'est la combinaison de ces différents modes qui donne à l'assemblage l'aspect sphérique. Dubitativement, nous avons mesuré dans un assemblage de la première espèce, *pp* hém. = 40° à 44°; dans un de la troisième, *pp* hém. = 60° environ. Il est probable que tous ces modes sont régis par la loi de Mallard.

(*) $a = 18$, $c = 29$.

Villers-en-Fagne.

Ce sont ces assemblages sphériques si connus, d'un blanc mat, accompagnés de blende, de calcite en scalénoèdres et de *sperkise inaltérable* sous la forme très nette $e^4me^1b^{\frac{1}{2}}$.

Cristal élémentaire. Incolore, plus épais que celui de l'assemblage de Prayon; sa notation est pma^2e^1; seulement, ici les faces p et m prédominent, de sorte que la forme générale du cristal élémentaire est le prisme primitif; en dessous de a^2, on aperçoit une petite facette a^1 et, en zone, entre p et m, une légère troncature $b^{\frac{1}{2}}$. Les faces m sont comme dépolies, a^2 très brillantes.

Élément lamellaire. Que l'on s'imagine une file de cristaux élémentaires, de même grandeur, chacun tenant aux deux voisins par ses arêtes mm aiguës, les faces p de tous les cristaux étant dans un même plan, ainsi que leurs plans de symétrie h^1. En examinant un élément sur sa base, on voit briller les facettes triangulaires a^2; si, au contraire, on l'observe sur sa tranche, on aperçoit des faces, en général hexagonales, dépolies, qui sont les faces m. Dans les cristaux placés aux bouts de la file, on peut observer les faces e^1 qui sont très nettement réfléchissantes et peuvent fournir de bonnes mesures.

Élément laminaire. Formé d'une série d'éléments lamellaires, chacun joint à ses deux voisins par un plan qui coïncide approximativement avec p.

Assemblage. On peut dire ceci : chaque élément laminaire est placé de manière que sa face p est dirigée suivant un méridien de la sphère de groupement, de sorte que l'arête virtuelle a^2a^2 est normale à ce méridien.

Angleur.

Limite des assemblages que nous venons de décrire. A l'œil nu la substance paraît amorphe ou concrétionnée; à la loupe on voit que chaque concrétion est formée d'une série de lamelles très minces, groupées en sphères, ou de sphères alignées imitant une concrétion cylindroïde.

Barytine zonaire de Chaudfontaine.

La belle barytine zonaire de Chaudfontaine, si connue, barytine que l'on considère comme concrétionnée, est nettement cristalline.

On observe d'abord que les mamelons se clivent suivant certains plans méridiens. Une lamelle de clivage ainsi obtenue présente des couleurs de polarisation et des extinctions nettes, lorsqu'elle n'est pas très épaisse. Une direction d'extinction est dirigée suivant la direction radiale, qui est toujours positive. Une lamelle, assez mince sur les bords pour s'éteindre par un quart d'onde croisé, nous a montré que la bissectrice $\frac{1}{a} = n_p$ lui était perpendiculaire et que le plan des A.O. était dirigé suivant la direction radiale; on en conclut que le clivage observé est p et que la direction radiale est l'arête e^1e^1. Cet assemblage est donc la limite de l'assemblage du Bleyberg décrit antérieurement : Des aiguilles très minces formées par le prisme e^1 se disposent radialement autour d'un point en formant une sphère; les aiguilles sont disposées par groupes, de telle façon que le clivage p commun à un groupe est dirigé suivant un méridien de la sphère de groupement.

Il ne nous a pas été possible de préciser davantage la constitution de l'assemblage.

Nous nous sommes assuré que la structure cristalline existe partout au sein de la barytine de Chaudfontaine et que les parties les moins cristallines en apparence sont en réalité formées d'aiguilles radiales.

θ) *Barytine pseudomorphe de calcite.*

Villers-en-Fagne. Dans un échantillon montrant les assemblages sphériques décrits antérieurement, nous avons rencontré des pseudo-scalénoèdres de barytine à côté de cristaux de calcite fortement corrodés. Des eaux chargées d'anhydride carbonique ont enlevé la calcite, puis la barytine est venue se mouler dans les cavités ainsi produites.

Dumont cite la barytine : à Comblain-la-Tour dans les filons ferrugineux, dans le calcaire carbonifère entre Esneux et Han, et à Seilles.

ANGLÉSITE. $PbSO^4$.

Orthorhombique. *Corphalie* (*Antheit*). pma^2. Avec céruse et galène. Cristaux ayant jusqu'à 4 millimètres de hauteur; les grands cristaux sont ternes; les petits, quoique bien miroitants, donnent des images multiples, surtout sur p, parce que, toujours composés, ils n'ont pas des faces bien planes. Ils ressemblent aux cristaux de Siegen : prismes primitifs légèrement modifiés par a^2.

Forme primitive :

$$\log a = \bar{1},8911165 \qquad a = 0,778245$$
$$\log c = 0,1074787 \qquad c = 1,280792.$$

Angles	Calculés	Mesurés
mm	*75°47′	75°47′ $(\bar{2}, 2)$
a^2a^2 sur p	*78°54′	78°54′ $(0, \bar{1}, 1)$
ma^2	59°54′16″	59°49′ $(0, 4, \bar{4})$.

Rocheux. $ma^2b^1h^1$. Signalée par M. A. Firket (*). Elle provient de l'altération de la galène dont elle enveloppe les noyaux par des strates concentriques parallèles aux faces p du dernier minéral. Masses blanc grisâtre parsemées d'une infinité de petits grains cristallins qui brillent lorsqu'on examine l'échantillon sous une vive lumière. Nous en avons pu extraire deux fragments de cristaux d'une extrême petitesse, mais qui ont pu donner lieu à de bonnes mesures. La figure 19 représente un de ces fragments projeté orthogonalement sur h^1. De la face h^1, il n'existe qu'un fragment, qui ne se prête pas aussi bien aux mesures que les autres faces.

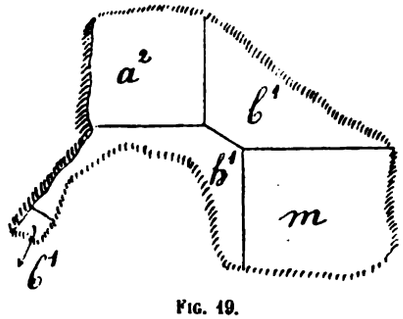


Fig. 19.

(*) *Ann. de la Soc. géol. de Belgique*, t. IX (Bull., p. clvii).

Forme primitive :

$\log a = \bar{1},8862472$ $\quad a = 0,769568$

$\log c = 0,0814728$ $\quad c = 1,206249.$

Angles	Calculés	Mesurés
mh^1	37°34′51″	37°37′ (1, 0)
mb^1	45°19′	45°19′ $(\bar{1}, 1)$
b^1a^2	25°23′43″	25°42′ $(1, \bar{1})$
a^2h^1	51°54″41″	51°44′ $(\bar{3}, 4)$
ma^2	60°44′	60°44′ $(\bar{1}, 1, \bar{1})$
b^1h^1	56°7′57″	56°7′ $(3, 0, \bar{3})$.

Dans ce qui précède, nous avons orienté les cristaux d'anglésite du Rocheux indépendamment de leur relation avec ceux des autres localités. Il est à observer que dans les cristaux de Sardaigne, l'angle mh^1 est de 38°8′ tandis que $e^1g^1 = 37°48'$; les cristaux du Rocheux se rapprocheraient de ces derniers en remplaçant dans ce qui précède :

a^2 par m, b^1 par $b^{\frac{1}{3}}$, h^1 par g^1, m par e^1; on aurait alors la correspondance suivante (*) :

Angles	Calculés	Mesurés
e^1g^1	37°48′	37°37′
$e^1b^{\frac{1}{3}}$	45°11′	45°19′
$b^{\frac{1}{3}}m$	25°35′,5	25°42′
mg^1	51°32′	51°44′
e^1m	60°47′,5	60°44′
$b^{\frac{1}{3}}g^1$	56°9′	56°7′.

(*) Les angles calculés ont été tirés du traité de M. Dana, p. 908.

B) SULFATES HYDRATÉS.

GYPSE. $CaSO^4 + 2H^2O$.

Clinorhombique. Nous adoptons l'orientation de M. Des Cloizeaux : le clivage fibreux est p, le vitreux h^1. Pour la détermination de la forme primitive, nous partons des premières données de M. Des Cloizeaux (*) :

$mm = 68°30'$

$e^1e^1 = 41°20'$

e^1m ant. $= 59°15'$.

On obtient :

$\log a = \bar{1},8718179$ $\quad a = 0,744420$

$\log c = \bar{1},6153261$ $\quad c = 0,412407$

$\beta = 66°9'16'',6.$

Le gypse belge a ordinairement la forme g^1ma_3; outre ces formes, nous avons rencontré a^1 et $b^{\frac{1}{2}}$ à Henis, e^1 dans des cristaux microscopiques du Bleyberg, une forme que l'on peut noter approximativement $\bar{2}41 = b^{\frac{1}{2}}d^{\frac{1}{4}}g^1$, assez souvent présente dans les cristaux de Hermalle-sous-Huy, et, enfin, une face douteuse, plus ou moins concave, dans un cristal de la même localité.

Nous décrirons d'abord le gypse en cristaux proprement dits, puis le gypse en enduits cristallins, le gypse fibreux et le gypse lenticulaire.

(*) *Bull. de la Soc. franç. de Min.*, t. IX, p. 178.

Hermalle-sous-Huy. g^1ma_3. N° 781 (20). C. U. Les cristaux sont plus ou moins allongés suivant l'arête mm, que l'on distingue de l'arête a_3a_3 en ce que celle-ci est beaucoup plus obtuse que la première (environ 32° en plus). Macles avec h^1 pour plan de jonction. Les faces m sont ternes, les a_3 assez bien réfléchissantes.

Mesuré approximativement : $mm = 69°$, $a_3a_3 = 36°36'$ (calculé 36°12'). En zone avec a_3 et g^1, les cristaux de Hermalle présentent souvent une face terne plus ou moins creuse; avec la flamme d'une bougie on obtient une lueur indiquant un angle de 30 à 34° avec $a_3 = \bar{2}11$; cette face doit appartenir soit à la forme connue

$$y = \bar{2}31 = b^{\frac{1}{2}}d^{\frac{1}{3}}g^1 \text{ (*)},$$

soit à sa voisine, inconnue,

$$i = \bar{2}41 = b^{\frac{1}{2}}d^{\frac{1}{5}}g^1,$$

car on a

$$(\bar{2}31)(\bar{2}11) = 26°20'15'', \qquad (\bar{2}41)(\bar{2}11) = 34°29'19''.$$

Halanzy. Marne-de-Grandcourt, g^1ma_3. Cristaux de couleur plus ou moins foncée, très connus dans les collections pour leur grande taille et leur régulier développement; allongés ordinairement suivant l'arête a_3a_3. Ils se prêtent rarement aux mesures; dans un petit cristal, nous avons pu mesurer assez exactement

$$a_3a_3 = 36°25' (\bar{1}, 2).$$

Dans une macle représentée par la figure 20 (**), allongée suivant la verticale, on remarque comme terminaison des faces colorées en noir, ternes

(*) G. Cesàro, *Sur la notation à assigner à certaines formes à indices compliqués dans le gypse* (Bull. de l'Acad. roy. de Belgique, 3e série, t. XXIX, n° 3, p. 385, 1895).

(**) Projection orthogonale sur g^1 : $a = 65$, $c = 36$, $\beta = 66°$.

et plus ou moins creuses. Elles paraissent à première vue fort voisines de e^1, mais leur trace sur g^1 fait avec la verticale un angle d'environ 104° au lieu de 114°. Elles font avec $g^1 = 010$ un angle d'environ 64° et avec $m = 110$

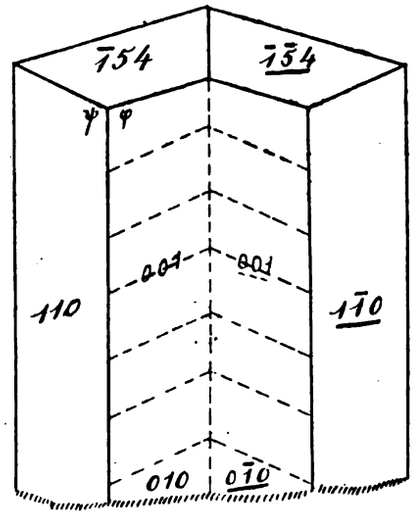


FIG. 20.

un angle d'environ 63°. En partant de ces incidences, on obtient pour la face inconnue :

$$\frac{h}{k} = -0{,}203058$$

$$\frac{h}{k} = 0{,}811985.$$

En prenant $hkl = \bar{1}54 = b^{\frac{1}{2}}d^{\frac{1}{2}}g^{\frac{1}{2}}$, son pôle se trouve à l'intersection des cercles de zone

$$\left.\begin{matrix} m = \bar{1}10 \\ e^1 = 011 \end{matrix}\right\} h + k = l \qquad \text{et} \qquad \left.\begin{matrix} a^{\frac{3}{2}} = \bar{2}03 \\ g^2 = 130 \end{matrix}\right\} 3h + 2l = k.$$

En traçant ces cercles (*), on voit que le pôle dont il s'agit est situé dans

(*) Voir la projection tracée par M. Des Cloizeaux (*loc. cit.*, planche II).

le triangle ayant pour sommets les pôles e^1, $e^{\frac{1}{2}}$ et $u = \bar{2}33$, assez proche de e^1. Voici la correspondance :

Angles :	Calculés.	Mesurés.
$(\bar{1}54)(010)$	63°40′	64°
$(\bar{1}54)(110)$	62°50′,5	63°.

Nous avons pensé, comme vérification, à comparer les angles φ et ψ (fig. 20) mesurés au microscope aux angles calculés en partant de la notation $\bar{1}54$. Les résultats sont très divergents :

Angles :	Calculés.	Mesurés.
φ	106°12′	104°
ψ	104°43′	100°.

Si, en partant des angles φ et ψ mesurés, on cherche la notation de la forme dont il s'agit, on obtient

$$\frac{h}{k} = -0{,}34244$$

$$\frac{l}{k} = 1{,}07655.$$

En prenant $hkl = \bar{1}33 - b^{\frac{1}{2}}d^{\frac{1}{2}}g^{\frac{1}{2}}$, son pôle se trouve à l'intersection des cercles de zone

$$\left.\begin{matrix} h^1 = 100 \\ e^1 = 011 \end{matrix}\right\} k = l \qquad \text{et} \qquad \left.\begin{matrix} a^{\frac{1}{2}} = \bar{4}03 \\ m = 110 \end{matrix}\right\} 3(k-h) = 4l\,(*).$$

En traçant ces cercles, on voit que le pôle $\bar{1}33$ se trouve encore dans le triangle $e^1e^{\frac{1}{2}}u$, sur le côté e^1u, un peu au-dessus de $\bar{1}54$ et presque au contact de ce dernier. Les deux méthodes donnent donc un résultat plus ou moins satisfaisant, étant donné le peu d'exactitude dont les mesures sont

(*) Il se trouve aussi sur le cercle $3h + 2l = k$ déterminé par les pôles $a^{\frac{1}{2}} = \bar{2}03$ et $g^2 = 130$.

susceptibles. On en conclut, sans pouvoir lui assigner une notation précise (*), à l'existence d'une forme dont le pôle se trouve dans une partie de la sphère où aucun pôle n'est connu.

Henis. $mg^1a_3b^{\frac{1}{2}}a^1$. N° 3657. C. U. Dans l'argile tongrienne.

Cristaux incolores, presque transparents. Le cristal représenté par la figure 21 (**) a 18 millimètres de hauteur sur 23 de longueur et 12 d'épais-

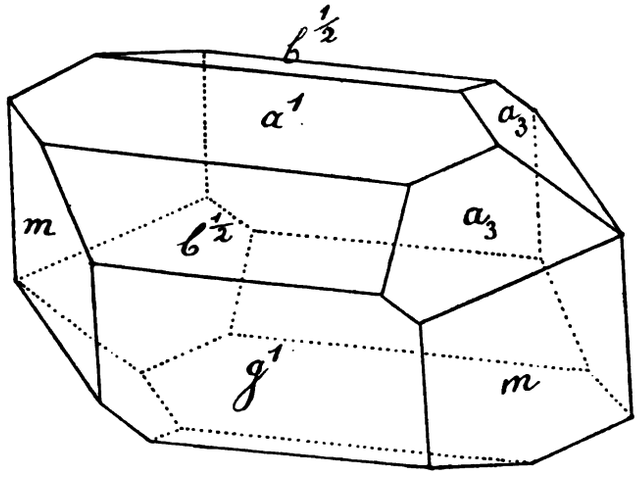


FIG. 21.

seur. Les faces a^1 et $b^{\frac{1}{2}}$ sont raboteuses, mais leurs intersections avec a_3 sont bien dessinées et permettent de les déterminer : la face a^1 est déterminée par le fait que, perpendiculaire au plan de symétrie, elle appartient à la zone ma_3; la face $b^{\frac{1}{2}}$ a été déterminée comme appartenant à la zone a^1g^1 et faisant avec g^1 un angle d'environ 68° :

Angles :	Calculés.	Mesurés (approxim.).
mg^1	55°45′	56°3′
a_3g^1	71°54′	71°3′
ma_3	49°10′	48°10′
$g^1b^{\frac{1}{2}}$	67°51′	68°

(*) Les faces $\bar{1}54$ et $\bar{1}33$ font entre elles un angle d'environ 6°.

(**) Projection oblique sur g^1 : $a = 65$, $c = 36$, $b' = 50$, $\beta = 66°9'$, angle de y' avec l'horizontale de $g^1 = 120°$ (post.).

Engihoul. mg^1a_3.

Cristaux allongés suivant la verticale; la zone *mm* a ses faces fortement striées parallèlement à son axe; les faces a_3 sont ordinairement atrophiées et inégalement développées, les *m* sont bien réfléchissantes. Macles fréquentes avec h^1 pour plan de jonction.

Gypse en enduit.

On peut dire que le gypse en enduit a pour face d'aplatissement g^1.

Moresnet. $ma_3g^1e^1$. N° 303 (de K.).

Cristaux microscopiques en enduits; la face d'aplatissement est g^1. L'un de ces cristaux est représenté par la figure 22, en projection orthogonale sur g^1 (*). Strié verticalement, il est bordé par *m* et a_3 dont les traces sur g^1 font un angle de 52°. La facette e^1 a pu être déterminée comme il suit : Elle coupe g^1 suivant la trace du clivage fibreux; donc elle est de la forme e^m. En outre, lorsque la verticale du cristal est rendue parallèle à un fil du réticule, l'intersection de la facette dont il s'agit avec a_3 est, en projection, aussi parallèle à ce fil; elle appartient donc à la zone a_3h^1; des deux observations ci-dessus, on conclut que sa notation est e^1.

Hermalle. Cristaux microscopiques formant des rosaces; aiguilles groupées apparemment sans aucune autre loi que la presque communauté du plan g^1, qui est encore le plan d'aplatissement. Allongement suivant la verticale. Macles avec h^1 pour plan de jonction.

Gypse fibreux.

Diekirch. N° 4008 (43). C. U. A la partie inférieure de l'étage conchylien.

Nous avons déterminé suivant quelle direction les fibres sont allongées. On peut aisément en tirer de belles lamelles g^1, dans lesquelles les clivages

(*) $a = 65$, $c = 36$, $\beta = 66°9'$.

et les directions d'extinction montrent que la direction d'allongement est l'arête *mm*.

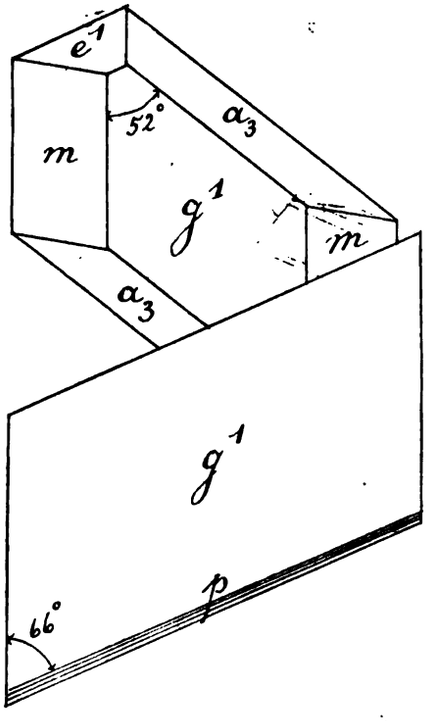


Fig. 22.

Gypse lenticulaire.

Marne de Grand-Cour. Lentilles terminées par des faces rugueuses. On peut en déterminer le profil g^1 comme il suit : On détache une lame de clivage facile et on l'oriente par ses clivages p, h^1, visibles au microscope, ainsi que par les axes $\frac{1}{c}$, $\frac{1}{a}$ de son ellipse de section. On détermine alors le profil du contour en mesurant les angles que ses côtés font avec les axes d'élasticité, incidences que l'on vérifie par la mesure des angles que les côtés font entre eux. Dans un de ces cristaux, la section g^1 avait à peu près la forme d'un parallélogramme (fig. 23). Le côté AB faisait avec $\frac{1}{a}$ un angle de 58° et avec $\frac{1}{c}$ un angle de 32°; pour le côté BC, ces angles étaient respectivement de 17°

et de 73°; on en déduit que les deux faces sont de la forme $a^m = \bar{1}0m$ et

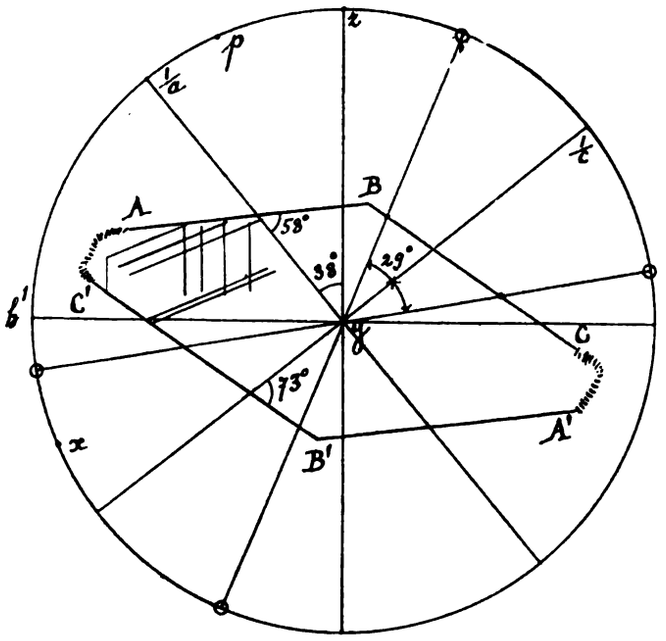


FIG. 23.

que leurs pôles font avec z des angles respectivement égaux à $+ 6°$ et $- 35°$. En prenant $\beta = 66°9'$, on en tire pour les deux faces, respectivement

$$m = 1{,}7974 \qquad \text{et} \qquad m = 0{,}5303;$$

la première correspond à $a^{\frac{9}{7}}$, la seconde, approximativement, à $a^{\frac{1}{2}}$.

Il suit de là que les faces de la lentille se coupant sur BC sont très probablement les faces $a_3 = \bar{2}11$, courbes et atrophiées; les faces qui se coupent sur AB pourraient bien appartenir à la forme

$$\delta = b^{\frac{1}{5}} d^{\frac{1}{12}} g^{\frac{1}{5}} = \bar{5}79 \ (*).$$

(*) Les autres formes connues qui satisfont aussi, approximativement, sont : $w = \bar{5}38$, $\sigma = \bar{2}34$ et $u = \bar{2}33$. (Voir CESÀRO, *Bull. de l'Acad. royale de Belgique*, 3e série, n° 3, pp. 385-399, 1895.)

La plupart des autres lentilles montrent, en lumière convergente, un axe optique à peu près centré. Si $\bar{1}0l$ est la notation d'une face normale à un axe optique, on a

$$l = 0{,}6990 \quad \text{ou} \quad l = 0{,}0897;$$

la seconde, voisine de h^1, est éliminée par l'observation; la première correspond à $a^{\frac{1}{10}}$ ou à $a^{\frac{1}{5}}$ (la normale à $a^{\frac{1}{5}}$ fait un angle de 2°0′,5 avec un axe optique).

Il est probable que ces lentilles proviennent de cristaux très peu développés en hauteur, allongés suivant l'arête BC, intersection des faces a_3, et aplatis parallèlement à ces faces. La normale à $a^{\frac{1}{2}}$ fait avec un axe optique un angle de 14°34′.

Note. Dumont cite le gypse :

1° En petits cristaux disposés en étoile, entre Flémalle-Haute et Chokier, dans les filons argileux du carbonifère.

2° Entre les feuillets du schiste alunifère « surtout entre ceux dont le » délitement a lieu par l'influence atmosphérique. On le rencontre en petites » étoiles composées d'aiguilles réunies par un bout et divergentes (Loyable, » Ampsin, Flône, la Mallieu), en petites lames (Loyable, Argenteau), et » plus rarement, trapézienne, fibro-soyeuse ou sous forme d'efflorescences » (Argenteau). »

HALOTRICHITE. $FeSO^4.Al^2(SO^4)^3 + 24H^2O$.

Loyable (*Ampsin*). Dans ampélite. N° 803 (1). C. U.

Masses fibreuses d'un blanc jaunâtre, à éclat soyeux.. Dureté = 2,5 (raient le gypse, sont rayées par la calcite); l'ongle ne les raie pas dans une direction normale aux fibres.

Au microscope, les fibres *s'éteignent toujours suivant leur longueur* et la direction d'allongement est positive. Biréfringence très faible, teintes toujours très basses; une plage d'épaisseur 30 s'éteignait par la superposition d'un quart d'onde croisé, ce qui donne une biréfringence d'environ 0,5.

LANGITE. $CuSO^4 + 3Cu(OH)^2 + H^2O$.

Orthorhombique. Données pour la détermination du prisme primitif (Dana, p. 961) :

$$mm \text{ ant.} = 56°16'$$

$$pe^{\frac{1}{2}} = 51°46'.$$

On en déduit :

$$\log a = \bar{1},7281087 \qquad a = 0,534698$$

$$\log c = \bar{1},8025183 \qquad c = 0,634627.$$

Viel-Salm. Sur bornite. C. de K. N° 389.

Lamelles d'un bleu pâle; au microscope, elles sont transparentes et montrent le groupement représenté par la figure 24 (*) : trois systèmes groupés autour d'un axe pseudo-ternaire; ce mode de groupement, qui est celui des carbonates rhombiques, est caractéristique pour la langite. Le plan de jonction est m, car de $mm = 56°16'$ on tire $mg^1 = 61°52'$ (mesuré au microscope 62°). Le plan d'aplatissement est la base p. Deux clivages : p et g^1. En lumière convergente, on constate une bissectrice nettement normale à p, bissectrice qui est *négative* et qui doit être l'aiguë, quoique à axes bien écartés. Le plan des A.O. est parallèle à g^1. La biréfringence de la face p, $n_g - n_m$ est environ celle du quartz : une lame de 1 à 2 centièmes de millimètre d'épaisseur s'éteignait par un quart d'onde croisé, ce qui donne : $7 < n_g - n_m < 14$. Chaque système est formé d'une série de

(*) Projection orthogonale sur p.

cristaux élémentaires groupés à axes parallèles, les cristaux de l'un des

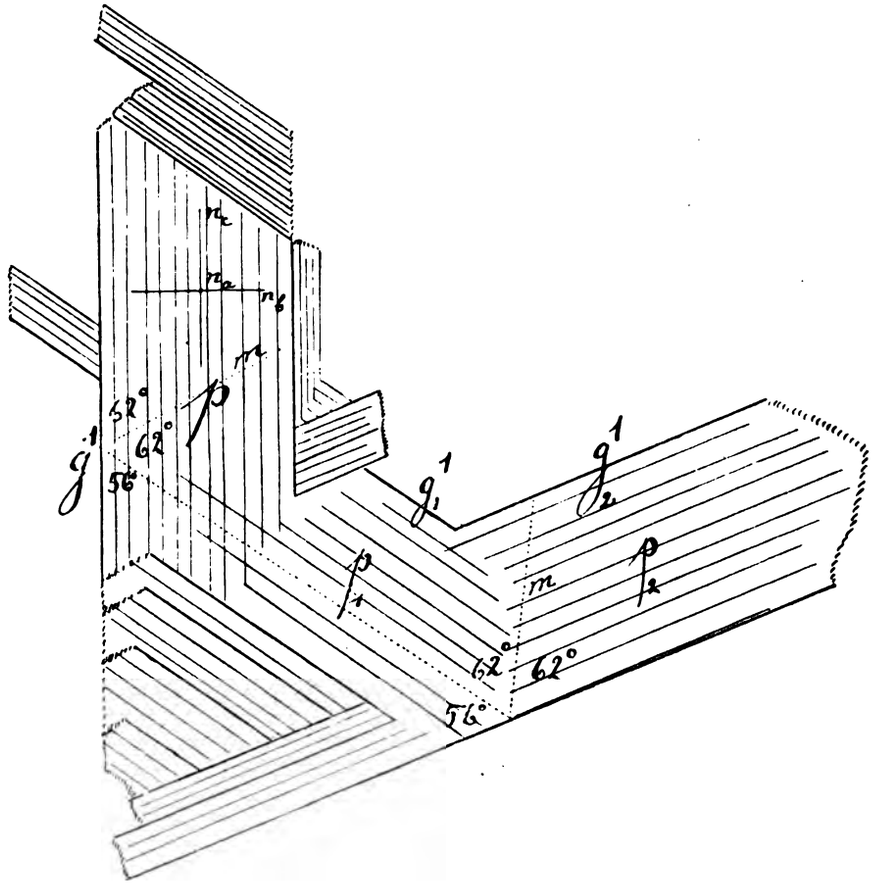


FIG. 24.

systèmes empiétant sur ceux des autres.

CARBONATES.

A) CARBONATES ANHYDRES.

α) Carbonates rhomboédriques.

CALCITE. $CaCO^3$.

Rhomboèdre de 74°55′.

$\log c = \bar{1},93161015 \qquad c = 0,8543.$

Les formes observées dans les calcites du sol belge sont au nombre de cent dix-huit.

a^1	001
e^2	110
d^1	210

Rhomb. directs.

$e^{\frac{19}{9}}$	28.28.1
$e^{\frac{15}{7}}$	22.22.1
$e^{\frac{11}{5}}$	16.16.1
$e^{\frac{9}{4}}$	13.13.1
$e^{\frac{7}{3}}$	10.10.1
$e^{\frac{19}{8}}$	991
$e^{\frac{17}{7}}$	881
$e^{\frac{15}{6}}$	771
$e^{\frac{20}{7}}$	992
e^3	441
e^4	552
p	111
a^2	114

Scalén. directs.

U	$d^{\frac{4}{15}}d^{\frac{4}{11}}b^{\frac{4}{29}}$	44.40.3
x'	$d^{\frac{4}{5}}d^{\frac{4}{3}}b^{\frac{4}{11}}$	16.14.3
U′	$d^{\frac{4}{14}}d^{\frac{4}{9}}b^{\frac{4}{24}}$	38.33.1
	d^6	765
	b^6	657
	$b^{\frac{17}{5}}$	17.14.20
	$d^{\frac{13}{3}}$	16.13.10
a	$d^{\frac{4}{25}}d^{\frac{4}{11}}b^{\frac{4}{49}}$	25.20.4
	d^4	543
	b^5	546
	$d^{\frac{11}{3}}$	14.11.8
	$b^{\frac{9}{2}}$	9.7.11
v'	$d^{\frac{4}{9}}d^{\frac{4}{5}}b^{\frac{4}{16}}$	25.19.4
v	$d^{\frac{4}{3}}d^1b^{\frac{4}{5}}$	861
F	$d^{\frac{4}{7}}d^{\frac{4}{5}}b^{\frac{4}{13}}$	20.15.4

Ω	$d^{\frac{4}{11}}d^{\frac{4}{3}}b^{\frac{4}{21}}$	32.24.7
	b^4	435
Ω′	$d^{\frac{4}{13}}d^{\frac{4}{5}}b^{\frac{4}{24}}$	37.27.8
v''	$d^{\frac{4}{19}}d^{\frac{4}{8}}b^{\frac{4}{35}}$	51.37.8
I	$d^{\frac{4}{15}}d^{\frac{4}{7}}b^{\frac{4}{28}}$	33.37.15
C	$d^{\frac{4}{3}}d^{\frac{4}{2}}b^{\frac{4}{13}}$	22.15.2
Ψ	$d^{\frac{4}{25}}d^{\frac{4}{4}}b^{\frac{4}{61}}$	22.15.4
Φ	$d^{\frac{4}{10}}d^{\frac{4}{3}}b^{\frac{4}{13}}$	25.17.3
y	$d^{\frac{4}{5}}d^1b^7$	12.8.1
z	$d^{\frac{4}{9}}d^1b^{\frac{4}{15}}$	24.16.5
c'	$d^{\frac{4}{16}}d^1b^{\frac{4}{29}}$	15.10.4
	d^2	321
c''	$d^{\frac{4}{43}}d^1b^{\frac{4}{80}}$	41.27.12
c	$d^{\frac{4}{54}}d^{\frac{4}{3}}b^{\frac{4}{93}}$	99.65.25
S′	$d^{\frac{4}{11}}d^1b^{\frac{4}{18}}$	29.19.6
y'	$d^{\frac{4}{11}}d^{\frac{4}{5}}b^{\frac{4}{18}}$	26.17.2

M	$d^{\frac{1}{7}}d^{1}b^{\frac{1}{10}}$	17.11.2
S''	$d^{\frac{1}{15}}d^{1}b^{\frac{1}{21}}$	34.22.7
i	$d^{\frac{1}{15}}d^{\frac{1}{2}}b^{\frac{1}{27}}$	45.29.7
i'	$d^{\frac{1}{5}}d^{1}b^{\frac{1}{13}}$	22.14.3
S'''	$d^{\frac{1}{17}}d^{1}b^{\frac{1}{27}}$	44.28.9
	$d^{\frac{7}{8}}$	11.7.3
	$b^{\frac{11}{4}}$	11.7.15
S	$d^{\frac{1}{21}}d^{1}b^{\frac{1}{33}}$	54.34.11
	$d^{\frac{5}{3}}$	852
	$d^{\frac{15}{8}}$	21.13.5
S^{IV}	$d^{\frac{1}{41}}d^{1}b^{\frac{1}{66}}$	104.64.21
	$d^{\frac{8}{5}}$	13.8.3
	$d^{\frac{3}{2}}$	531
d	$d^{\frac{1}{106}}d^{1}b^{\frac{1}{166}}$	171.101.34
	$d^{\frac{10}{7}}$	17.10.3
□	$d^{\frac{1}{11}}d^{1}b^{\frac{1}{5}}$	17.10.6
	$d^{\frac{11}{8}}$	19.11.3
	$b^{\frac{7}{3}}$	7.4.10
	$d^{\frac{8}{7}}$	15.8.1

Isoscéloèdres.

L	$d^{\frac{1}{5}}d^{1}b^{\frac{1}{7}}$	16.8.3
ξ	$d^{\frac{1}{7}}d^{1}b^{\frac{1}{8}}$	421
α	$d^{\frac{1}{8}}d^{1}b^{\frac{1}{5}}$	843
	e_5	423
	b^{3}	213

Scalén. inverses.

⊙	$d^{\frac{1}{5}}d^{1}b^{\frac{1}{6}}$	11.5.2
γ	$d^{\frac{1}{5}}d^{1}b^{\frac{1}{2}}$	522
	$e_{\frac{1}{4}}$	831
π'	$d^{\frac{1}{10}}d^{\frac{1}{4}}b^{\frac{1}{7}}$	17.6.7
l	$d^{\frac{1}{37}}d^{\frac{1}{13}}b^{\frac{1}{36}}$	24.8.5
R	$d^{\frac{1}{19}}d^{\frac{1}{7}}b^{\frac{1}{17}}$	12.4.3
	$e_{\frac{2}{3}}$	312
ρ'	$d^{\frac{1}{23}}d^{\frac{1}{11}}b^{\frac{1}{17}}$	40.12.17
	$e_{\frac{3}{7}}$	14.4.3
	$e_{\frac{3}{5}}$	14.4.9
	$e_{\frac{7}{8}}$	11.3.7
	$e_{\frac{1}{3}}$	411
ω	$d^{\frac{1}{5}}d^{\frac{1}{3}}b^{\frac{1}{7}}$	16.4.7
	$e_{\frac{5}{8}}$	825
	$e_{\frac{4}{11}}$	22.5.6
Θ	$d^{\frac{1}{5}}d^{\frac{1}{5}}b^{\frac{1}{4}}$	924
	$e_{\frac{3}{5}}$	10.2.3
h	$d^{\frac{1}{11}}d^{\frac{1}{7}}b^{\frac{1}{5}}$	20.4.9
	$e_{\frac{3}{2}}$	513
	$e_{\frac{2}{3}}$	612
T'	$d^{\frac{1}{7}}d^{\frac{1}{5}}b^{\frac{1}{6}}$	13.2.6
A	$d^{\frac{1}{13}}d^{\frac{1}{13}}b^{\frac{1}{7}}$	22.2.21
	$e^{\frac{9}{5}}$	17.1.9
V	$d^{\frac{1}{51}}d^{\frac{1}{255}}b^{\frac{1}{33}}$	64.3.26
P	$d^{\frac{1}{37}}d^{\frac{1}{51}}b^{\frac{1}{14}}$	27.1.9

Rhomb. inverses.

$e^{\frac{79}{41}}$	40.0.1
$e^{\frac{49}{26}}$	25.0.1
$e^{\frac{11}{6}}$	17 0.1
$e^{\frac{9}{5}}$	14.0.1
$e^{\frac{7}{4}}$	11.0.1
$e^{\frac{17}{10}}$	901
$e^{\frac{5}{3}}$	801
$e^{\frac{3}{2}}$	501
$e^{\frac{7}{5}}$	401
$e^{\frac{4}{3}}$	702
$e^{\frac{8}{7}}$	502
e^{1}	201
$e^{\frac{6}{7}}$	13.0.8
$e^{\frac{4}{5}}$	302
$e^{\frac{5}{6}}$	705
$e^{\frac{5}{7}}$	403
$e^{\frac{6}{11}}$	17.0.16
$e^{\frac{3}{5}}$	101
$e^{\frac{6}{13}}$	19.0.20
$e^{\frac{4}{5}}$	405
$e^{\frac{4}{3}}$	303
b^{1}	102

Voici l'ordre d'énumération du tableau précédent : On considère d'abord

le méridien passant par la verticale et par le pôle de la face e^2 antérieure, méridien sur lequel se trouvent les pôles des *rhomboèdres directs*. On considère ensuite des grands cercles verticaux faisant, avec le méridien considéré en premier lieu, des angles φ croissants : entre $\varphi = 0$ et $\varphi = 30°$, on a les *scalénoèdres directs;* pour $\varphi = 30°$, les *isoscéloèdres;* entre $\varphi = 30°$ et $\varphi = 60°$, les *scalénoèdres inverses,* et pour $\varphi = 60°$, les *rhomboèdres inverses*. Les formes qui ont leur pôle sur le même grand cercle vertical sont inscrites en partant du cercle d'horizon e^2d^1 et s'acheminant vers a^1 (*).

L'existence des formes ξ, α et l n'est pas certaine.

Nous décrirons les différentes combinaisons de formes en les classant d'après les localités.

CHOKIER.

Combinaisons de rhomboèdres, sans base, sans e^2, ou avec e^2 peu développé.

p. Rhomboèdre primitif. (Voir CESÀRO, t. XXXVIII des *Mém. cour. et autres Mém. publ. par l'Acad. de Belg.*, 1886, p. 39.)

e^1e^2. (Fig. 22, *ibidem.*)

$e^1e^2b^1$.

$e^{\frac{1}{5}}$. Calcaire cubique. La position du clivage indique un rhomboèdre inverse; l'angle vrai du dièdre culminant est d'environ 88°; ces cristaux de couleur jaune, à faces ternes et courbes, se clivent fort mal; les faces de clivage sont interrompues par des plages argileuses. En partant de l'angle cité ci-dessus, on obtient

$$\frac{l}{h} = 0{,}66135 \qquad \text{et} \qquad h0l = 302 \equiv e^{\frac{1}{5}}.$$

L'angle que fait la face supérieure postérieure avec le clivage antérieur produit en dessous a été trouvé d'environ 80° (calculé 79°27′ pour $e^{\frac{1}{5}}$).

(*) Cela revient à classer les formes d'après les valeurs croissantes de $\frac{h}{k}$, puis de $\frac{l}{k}$.

$e^{\frac{1}{4}}e^2$. Les cristaux, si fréquents à Chokier, caractérisés par la présence du scalénoèdre $d^{\frac{1}{4}}$ (*loc. cit.*, fig. 24), prennent quelquefois une forme rhomboédrique par le développement des faces $e^{\frac{1}{4}}$, les faces scalénoédriques devenant rudimentaires. Angle du clivage avec la face antérieure inférieure : mesuré approx. : 51°16′, calculé 50°39′.

$e^{\frac{1}{4}}e^1e^2$. Cristaux jaunes recouverts d'une pellicule opaque jaunâtre.

Cristaux montrant la base a^1.

$e^1a^1e^2$. (*Loc. cit.*, fig. 23.)

$e^1b^1e^2e_{\frac{1}{2}}pa^1a^2$. (*Ibidem*, fig. 25 bis.) En général, la partie supérieure est courbe et indéterminable; nous avons rencontré quelques fragments de grands cristaux dans lesquels a^2 était nettement dessinée en troncature sur les arêtes culminantes de b^1. Le rhomboèdre $a^2 = 114$ est le plus obtus des rhomboèdres directs connus dans la calcite (*). En Belgique, il n'a été rencontré qu'à Chokier.

Cristaux dans lesquels le prisme e^2 domine.

e^2b^1. (*Loc. cit.*, p. 43.)

$e^2e^1pb^1$. (*Ibidem*, fig. 26.)

$e^2e^{\frac{1}{4}}$. Cristal composé de deux parties : la supérieure, qui est creuse, est essentiellement formée du rhomboèdre e^1; l'inférieure, qui s'emboîte dans la première, résulte de la combinaison du prisme e^2 avec un rhomboèdre inverse à faces ternes, mais bien développées; on a pu mesurer approximativement l'angle qu'une de ces faces fait avec e^2 adjacente, ainsi que l'angle α (**) que fait avec la verticale l'arête d'intersection de cette face avec e^2 antérieure.

(*) C'est le second obtus du rhomboèdre primitif.

(**) Pour le rhomboèdre e^m, cet angle est donné par la formule $\mathrm{tg}(\alpha - 90°) = c\frac{m+1}{2-m}$.

On arrive à la notation $e^{\frac{1}{5}} = 305$, forme connue, voisine de b^1.

Rhomboèdre	Angle avec e^2	α (angle vrai)
$e^{\frac{1}{2}}$	45°23′	130°30′
$e^{\frac{2}{3}}$	49°12′	126°47′
$e^{\frac{1}{3}}$	51°43′	124°21′
$e^{\frac{1}{5}}$	56°40′	119°40′
$e^{\frac{1}{8}}$	59°23′	117°8′
b^1	63°45′	113°8′
Mesuré :	59°	117°

Cristaux présentant des formes scalénoédriques combinées au prisme e^2.

$e^{\frac{1}{4}}e^2d^{\frac{1}{7}}e^{\frac{1}{7}}e^{\frac{1}{5}}$. Ce sont les grands cristaux jaunes si communs dans les collections. (*Loc. cit.*, fig. 24.)

$b^1e^2e^3d^{\frac{1}{3}}d^{\frac{1}{5}}d^{\frac{1}{7}}b^4$ avec d'autres b^x rudimentaires. Ces cristaux, représentés par la figure 25 en projection orthogonale (*) sur a^1, sont essentiellement formés du rhomboèdre b^1, à faces fortement cannelées suivant leur ligne de pente, modifié par des facettes très nettement dessinées de la zone pd^1. Il porte aussi des faces e^3 très petites, mais bien réfléchissantes. Les faces supérieures de la zone pd^1 ont donné :

Angle sur p 16°58′ $(\bar{2}, 2, 3, 3, 2, \bar{1}, \bar{3}, \bar{3}, 0, 0)$

Id. avec e^3 { d'un côté : 22°14′ $(\bar{3}, \bar{3}, 4, \bar{1}, 2)$; de l'autre : 22°20′ $(\bar{3}, 0, 0, 1, 1)$

Id. sur d^1 approxim. 78° $(\overline{12}, 0, 10, \overline{10}, 13)$.

(*) Pour construire simplement l'épure, il convient de rapporter les facettes modifiantes à b^1 pris comme rhomboèdre primitif : en choisissant pour axe des x l'arête culminante dirigée vers le spectateur, pour axes des y et des z respectivement les arêtes culminantes de gauche et de droite, et en désignant par des majuscules les caractéristiques relatives à ces axes, on obtient : $M = m + n - p$, $N = -m + n + p$, $P = m - n + p$. Ainsi : $e^3 = 1\bar{1}3 \equiv \bar{5}33$, $d^m = \bar{1}0m \equiv \overline{m+1}\,.\,m+1\,.\,m-1$, $d^{\frac{1}{3}} \equiv \bar{8}8\bar{5}$, $d^{\frac{1}{5}} \equiv \bar{4}41$, $d^{\frac{1}{7}} \equiv \bar{5}51$.

Ces incidences conduisent à un nouveau scalénoèdre $d^{\frac{13}{5}} = 16.13.10$ (*) intermédiaire entre d^4 et d^5, mais plus rapproché du premier.

Angles	Calculés			Mesurés
	d^4	$d^{\frac{13}{5}}$	d^5	
sur p	18°7′	16°42′	14°27′	16°58′
avec e^3	21°44′	22°17′	23°16′	22°17′
sur d^1	76°8′	78°25′	82°3′	78°

Les autres faces d^m sont $d^{\frac{5}{3}} = 852$ (**) et $d^{\frac{5}{2}} = 531$. Au-dessus, en zone avec b^1 et $d^{\frac{13}{5}}$ opposées, il existe des facettes rudimentaires dont l'une, assez bien développée, correspond à b^4 (***).

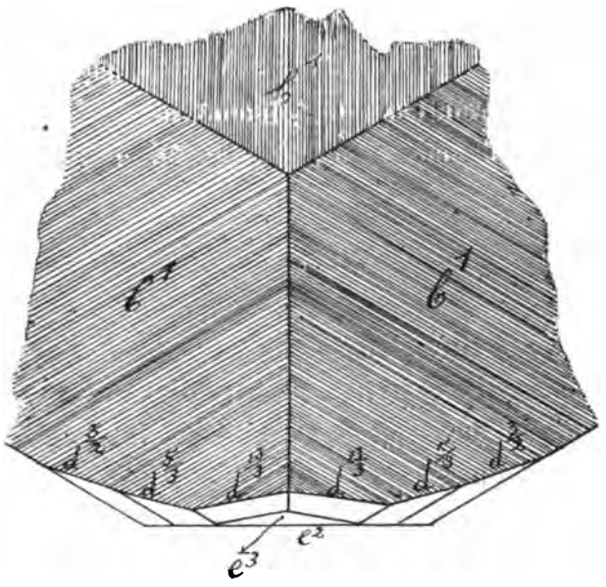


Fig. 25.

(*) log M = 1,2524148.

(**) Les deux scalénoèdres $d^{\frac{7}{4}}$ et $d^{\frac{8}{5}}$, quoique très voisins, peuvent facilement être distingués, comme le montre le tableau ci-joint :

Angles :	$d^{\frac{8}{5}}$	$d^{\frac{7}{4}}$
Sur p	41°46′	40°4′
Avec p	34°28′	32°57′
Sur d^1	36°9′	39°11′
Avec b^1.	70°24′,5	71°55′,5

$d^{\frac{8}{5}}$ a été établi par la mesure de l'angle sur d^1, qui a été trouvé de 35°40′.

(***) Les autres images obtenues correspondent assez bien à $b^{\frac{3}{2}}$, b^2, $b^{\frac{5}{2}}$ et b^3.

Cristaux présentant le prisme d^1.

$e^{\frac{1}{7}}d^1d^{\frac{7}{7}}$. Grand cristal jaune, donnant nettement les incidences du scalénoèdre $d^{\frac{7}{7}}$ caractéristique de Chokier :

$d^{\frac{7}{5}}d^{\frac{7}{5}}$ sur p :	40°32′ $(\bar{3}, 0, 2, 1, \bar{1})$	Calculé : 40°4′
$pd^{\frac{7}{4}}$	33°2′ $(2, 2, \bar{1}, \bar{2})$	32°57′.

Les faces d^1 se reconnaissent à ce qu'elles sont en zone, d'un côté avec deux clivages non parallèles, de l'autre avec deux faces $e^{\frac{1}{7}}$; d'ailleurs, leurs intersections sont verticales; elles sont striées parallèlement aux clivages avec lesquels elles sont en zone, et fournissent une image continue lorsque ces stries sont dirigées suivant l'axe du goniomètre.

$e^{\frac{1}{2}}d^2pe^3e^2b^3d^1$. Cristal globulaire. (*Loc. cit.*, fig. 25 et p. 41.)

VISE.

b^1. Rhomboèdres à peu près simples.

$d^{\frac{7}{2}}b^1b^{\frac{1}{7}}$. Avec chalcopyrite et pyrite. Scalénoèdres ayant presque toujours des faces très inégalement développées, terminés par le rhomboèdre b^1 à faces bien réfléchissantes. On a mesuré

$d^{\frac{7}{5}}d^{\frac{7}{5}}$ sur p :	39°42′ $(\bar{2}, 0, 1)$	Calculé : 40°4′
$d^{\frac{7}{5}}d^{\frac{7}{5}}$ sur e^1 :	73°27′ $(\bar{1}, \bar{1}, 2)$	73°40′
$d^{\frac{7}{5}}b^1$	69°54′ (*)	70°24′,5.

Dans un autre cristal, hémitrope avec a^1 pour plan de jonction et présentant le prisme d^1, on a obtenu pour les deux premiers angles : 39°44′ et 74°9′. Entre b^1 et $d^{\frac{7}{7}}$ se trouve un scalénoèdre à faces assez ternes, qui correspond à $b^{\frac{11}{4}}$. Mesuré : $d^{\frac{7}{5}}b^{\frac{11}{4}} = 50°30′$ $(2, \bar{3}, 2)$. Calculé : 50°44′.

Observation sur le scalénoèdre $d^{\frac{7}{4}}$ *de Chokier et Visé.*

Le scalénoèdre $d^{\frac{7}{4}}$, rare ou absent dans les autres localités, est celui que l'on rencontre le plus communément à Chokier et à Visé, tandis qu'on y trouve rarement le métastatique d^2 si commun ailleurs.

Il est très facile de distinguer ces scalénoèdres même par des mesures approximatives, comme le montre le tableau qui suit.

Angles	$d^{\frac{7}{4}}$	d^2	Mesurés.
sur p	40°4′	35°36′	40°32′ 39°42′
sur e^1	73°40′	75°22′	73°27′
sur d^1	39°11′	47°1′	
avec p	32°57′	29°2′	33°2′
avec b^1 opp.	70°24′,5	66°29′	69°54′.

On pourrait craindre que cette fréquence singulière de $d^{\frac{7}{4}}$ ne soit due à une variation de l'angle du rhomboèdre de clivage, et qu'en réalité ces $d^{\frac{7}{4}}$ soient les d^2 d'un rhomboèdre dont l'angle est un peu différent de 74°55′. Mais il est facile de voir que cette explication est inadmissible :

En premier lieu, l'angle de clivage a bien la valeur normale dans les cristaux jaunes de Chokier (*).

En second lieu, il est facile de démontrer, en considérant par exemple la première incidence inscrite dans le tableau ci-dessus, qu'une variation de 5° dans l'angle d^2d^2 sur p correspondrait à une *variation énorme de l'angle de clivage,* et qu'en outre *l'incidence* 40°4′ *est impossible pour* d^2d^2 *sur* p *dans n'importe quel rhomboèdre,* vu que cet angle ne peut varier que de 0° à 38°12′48″.

(*) On peut se demander si une très faible variation du rhomboèdre de clivage ne pourrait influencer très sensiblement les angles du scalénoèdre d^2; c'est à cette objection que répond la seconde partie.

En effet, soit $\varphi = d^2d^2$ sur p et $\alpha = pp$ arête culminante. Entre ces deux angles existe la relation

$$\varphi = \arccos \frac{4 - 3\cos\alpha}{5 - 4\cos\alpha}.$$

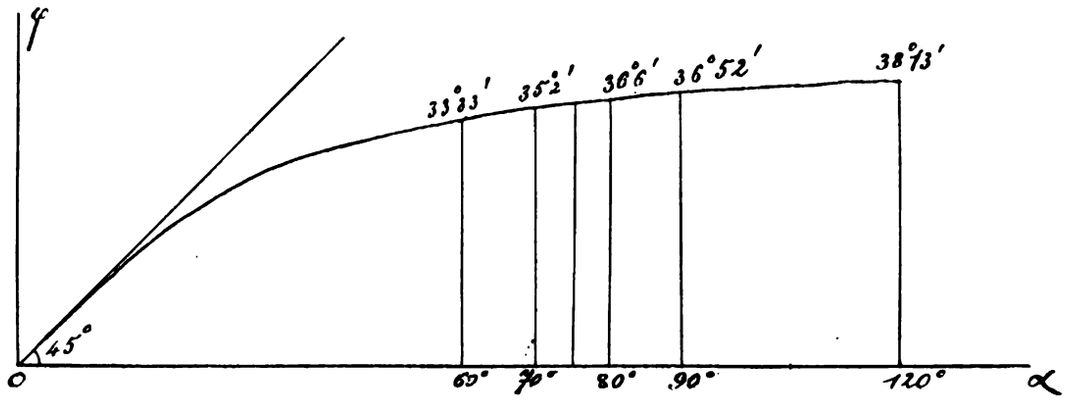


Fig. e.

La discussion de cette équation (*) montre que φ croit d'une manière continue depuis 0° jusqu'à un maximum de 38°56′33″ lorsqu'α varie de 0° à 180°; à l'origine, la tangente à la courbe (fig. *e*) fait un angle de 45° avec l'axe des α. L'angle polaire d'un rhomboèdre ne pouvant varier que de 0° à 120°, il s'ensuit que la plus grande valeur dont φ est susceptible, correspondant à $\alpha = 120°$, est de 38°12′48″. Pour le rhomboèdre de la calcite : $\alpha = 75°$ et $\varphi = 35°36'$; on voit que l'angle du clivage devrait varier de 60° à 120° pour amener dans l'angle d^2d^2 sur p une variation d'environ 5°; si l'angle du clivage variait de 5° au-dessus ou au-dessous de 75°, la variation de l'angle d^2d^2 sur p atteindrait environ un demi-degré.

Le scalénoèdre $d^{\frac{1}{4}}$ est remarquable par la presque égalité de ses angles sur p et sur d^1 (**).

(*) . . . . . $\varphi' = \dfrac{\sin\alpha}{(5 - 4\cos\alpha)\sqrt{(1 - \cos\alpha)(9 - 7\cos\alpha)}}$.

(**) Le scalénoèdre d^m, qui jouit de cette propriété, correspond à $m = 1 + \operatorname{tg}\frac{\alpha}{2}$ et, pour $\alpha = 74°55'$, à $m = 1{,}766172$.

ENGIS.

1° Cristaux accompagnant la blende.

Cristaux grisâtres, ordinairement peu translucides, atteignant souvent de grandes dimensions, à surface marbrée et inégale. Ordinairement ils ont le facies rhomboédrique. Presque toujours leurs faces sont *composées* (*).

Cristaux dans lesquels les formes rhomboédriques dominent.

e^1.

$e^{\frac{1}{2}}$.

$e^{\frac{3}{2}}e^{\frac{1}{2}}$. Grands rhomboèdres terminant des stalactites de blende lithoïde. (Voir CESÀRO, *loc. cit.*, fig. 11.)

$pe^3e^1e^{\frac{1}{2}}d^2$. (*Ibidem*, fig. 13.)

$e^{\frac{1}{2}}b^1$. Grands cristaux ayant plus de 3 centimètres suivant la verticale.

$e^{\frac{1}{2}}d^2$. Cristaux isolés sur blende lithoïde.

$e^{\frac{1}{2}}e^2e^1b^1$. Grand cristal parfaitement dessiné.

$e^1e^{\frac{1}{2}}e^3d^2$. Petits cristaux très nets, isolés, sur blende lithoïde. Ces cristaux, terminés dans tous les sens, sont remarquables par le développement bien pondéré de toutes les formes qui les composent. Les faces $e^{\frac{1}{2}}$ sont striées horizontalement. Les faces d^2 se montrent comme facettes de troncature des arêtes e^1e^3; les faces e^1 ont la forme de rectangles dont les côtés horizontaux se trouvent respectivement dans $e^{\frac{1}{2}}$ et e^3, tandis que les autres côtés bordent des facettes d^2; enfin les faces e^3 ont la forme de triangles isocèles dont la base se trouve dans e^1 et les côtés dans les facettes d^2. Entre e^1 et $e^{\frac{1}{2}}$, on aperçoit, en se servant de la flamme d'une bougie comme mire, une suite d'images correspondant à $e^{\frac{3}{5}}$, $e^{\frac{3}{7}}$, etc.

(*) C'est-à-dire qu'elles sont l'enveloppe des faces semblables d'un grand nombre de petits cristaux parallèles ayant une forme différente de celle du grand cristal.

Cristaux à développement prismatique ou scalénoédrique.

$e^2e^{\frac{1}{2}}e^{\frac{1}{3}}e^{\frac{1}{4}}d^2e^3p$. (*Ann. de la Soc. géol. de Belg.*, t. XIII, p. 16.)

$d^2e^2\Phi$. N° 4213. Petits cristaux assez souvent complets, ayant environ 1 millimètre de hauteur, à faces miroitantes, sur blende lithoïde, mêlés avec de très petits cristaux de blende. Le scalénoèdre $\Phi = d^{\frac{1}{15}}d^{\frac{1}{5}}b^{\frac{1}{15}}$ a pu être déterminé par deux mesures assez satisfaisantes :

Angles	Calculés	Mesurés
Φd^2	13°10′	13°13′ ($\bar{3}, \bar{3}, 4, 1, \bar{5}$)
$\Phi\Phi$ sur p	36°10′	36°32′ ($\bar{8}, 3, 15, \bar{5}, \bar{5}$).

Les faces e^2 ont la forme de losanges bordés par quatre faces Φ; ces dernières sont triangulaires : deux de leurs côtés se trouvent dans deux faces e^2 adjacentes, le troisième dans une face d^2. Le scalénoèdre d^2 termine le cristal aux deux extrémités. Les faces Φ s'arrondissent dans le voisinage de d^2, l'arête d'intersection n'est pas visible et l'image de la flamme montre qu'il y a des faces intermédiaires; les faces Φ paraissent de seconde formation; leur aspect est identique à celui des faces Φ qui sont venues se former à Rhisnes (*) entre L et e^2, sur des cristaux ayant la forme Ld^2e^2.

2° Cristaux du calcaire carbonifère.

Cristaux à développement rhomboédrique.

Ces cristaux sont rares; on peut citer :
$e^{\frac{1}{2}}e^1d^{\frac{1}{11}}d^1$. (Cesàro. *Mém. Ac. Belg., loc. cit.*, fig. 12.)

(*) Cesàro, *Les formes cristallines de la calcite de Rhisnes* (Ann. de la Soc. géol. de Belgique, t. XVI, fig. 44, 45, 46, 47 et 48).

Cristaux à développement prismatique.

$e^3e^{\frac{1}{3}}$ (*ibidem*, fig. 17).

e^2b^1. Souvent maclés avec b^1 pour plan de jonction (*ibidem*, fig. 14).

$e^2e^{\frac{1}{7}}e^3d^2b^x$ (*ibidem*, fig. 15).

$e^2pe^{\frac{1}{3}}e^1e^3d^2d^{\frac{1}{7}}$ (*ibidem*, fig. 16).

$e^2b^1pd^{\frac{1}{7}}d^{\frac{1}{5}}$ (*ibidem*, fig. 19).

$e^2b^1pe^1e^3e^{\frac{1}{5}}d^1d^{\frac{1}{5}}d^{\frac{1}{7}}$ (*ibidem*, fig. 20).

$e^2e^{\frac{1}{4}\omega}$ (*ibidem*, fig. 18).

$e^2d^6e^3pb^xe^{\frac{1}{5}}$. N° 221. Les faces d^6, très bien développées, sont finement striées parallèlement à leur intersection avec la facette p; on a mesuré deux angles, qui ont donné une bonne concordance :

Angles	Calculés	Mesurés
d^6d^6 sur p	12°	11°52′ $(\bar{5}, \bar{3}, 1, 5)$
d^6e^3 de côté	61°9′	61°15′ $(5, \bar{2}, \bar{1}, 0)$.

Quelquefois d^6 porte des troncatures sur ses arêtes culminantes de côté; ces faces appartiennent au rhomboèdre $e^{\frac{1}{5}}$. Les faces e^2 et e^3 sont bien réfléchissantes, les dernières très petites.

$e^2d^6e^3pd^1$. N° 222. Cristal provenant de l'échantillon duquel on a détaché les cristaux que nous venons de décrire. Il porte des faces d^1 très bien miroitantes, mais inégalement développées : tandis que l'une d'elles se réduit à une légère troncature de l'arête e^2e^2, l'autre prend un développement égal à celui de e^2 adjacente. Mesuré : $d^1e^2 = 30°$.

$e^2pb^1d^6d^{\frac{1}{2}}e^{\frac{1}{5}}e^{\frac{1}{7}}e^{\frac{1}{11}}d^1$. N° 171. Grand cristal peu translucide; nous y avons retrouvé d^6 associé à $d^{\frac{1}{2}}$ (angle sur $p = 40°17′$) et à d^1; on y a mesuré $e^{\frac{1}{5}}b^1 = 12°15′$ (calculé, 12°2′). Il existe en outre dans ces cristaux un scalénoèdre inverse indéterminable, placé entre e^2 et $e^{\frac{1}{7}}$.

Cristaux à développement scalénoédrique.

d^2 à faces réfléchissantes.

$d^2e^3e^{\frac{1}{2}}$. Cristaux accompagnant la fluorine violette.

d^2pe^3. Id. id. id.

$d^2pe^3e^{\frac{1}{2}}$. Id. id. id.

$d^2e^2e^3$.

$d^2e^2e^3e^1$. Quelquefois macles avec p pour plan d'hémitropie.

$e\frac{1}{11}e^{\frac{1}{2}}$. (Cesàro, *loc. cit.*, fig. 21.)

CRISTAUX TROUVÉS DANS LES GRANDES AMMONITES DE LA LIMONITE OOLITHIQUE DE MONT-SAINT-MARTIN.

Ces cristaux sont accompagnés de barytine et de sidérose.

$e^1b^2a^1e^2$. Petits cristaux ayant quelques millimètres de longueur, souvent colorés en jaune, quelquefois incolores. Ils sont représentés par la

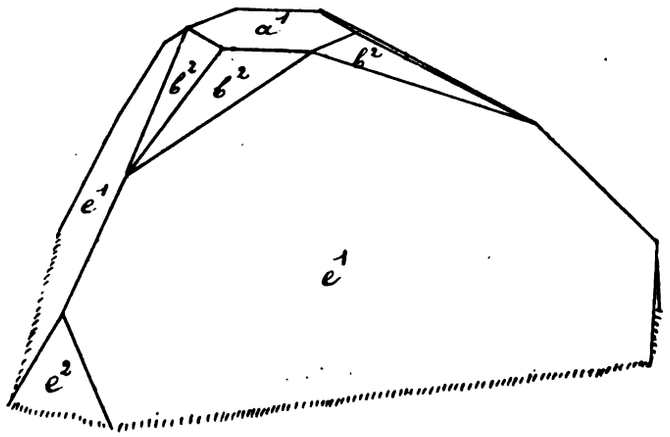


Fig. 26.

figure 26 (*). Ils sont essentiellement formés par le rhomboèdre e^1 à faces

(*) Projection oblique sur un plan de symétrie d^1. On a pris : $2c = 77$, le rayon du cercle inscrit au triangle équilatéral formé par les sommets e supérieurs est $r = 52$; le côté de ce triangle perpendiculaire au plan de projection est projeté suivant une droite faisant, avec la trace sur ce plan du triangle dont il s'agit, un angle $\alpha = 80°$; la projection de ce côté est $l' = 27$.

bien réfléchissantes; presque tous portent un pointement à six faces sur les angles culminants, qui est l'isoscéloèdre b^2. Les faces e^2 sont ternes; aussi cette notation n'est qu'approximative. Ces cristaux sont remarquables aussi par la présence de la base a^1, qui est parfaitement miroitante (*), quoique très petite. Lorsque les faces de l'isoscéloèdre b^2 ont leur développement réciproque normal, la petite facette a^1 qui termine ces cristaux, à peine visible à l'œil nu, se présente à la loupe sous forme d'un hexagone régulier brillant, parfaitement dessiné. Voici le tableau de correspondance, dans lequel on a aussi inscrit quelques incidences relatives à $d^{\frac{5}{3}}$, forme observée dans les cristaux qui vont suivre :

Angles	Calculés	Mesurés
a^1e^1	65°7′	65°3′
e^1e^1	101°9′	101°6′ $(\bar{1}, \bar{1}, \bar{1}, 1, 0)$
b^3b^3 sur p	28°39′	28°44′ $(\bar{2}, 9, 2, \bar{7}, \bar{1})$
b^3b^3 sur e^1	28°39′	28°35′ $(\bar{3}, 2, 0, 2, 0)$
$b^3e^1_{-4}$	39°11′	39°15′ $(\bar{1}, 2, 1, 1, \bar{3})$
$d^{\frac{5}{3}}b^2_{-4}$	57°36′	57°13′ $(\bar{2}, \bar{2}, 1, \bar{1}, 2)$
$d^{\frac{5}{3}}e^1_{-4}$	36°58′	36°45′ $(\bar{1}, 0, 0, 0, \bar{1})$.

$e^1b^2a^1d^{\frac{5}{3}}$. Dans les cristaux précédents, il existe quelquefois entre e^2 et e^1 de petites facettes $d^{\frac{5}{3}}$ en zone avec deux faces b^2; elles sont inégalement développées et rarement réfléchissantes.

$e^1b^2a^1d^{\frac{5}{3}}e^3$. Enfin, entre les faces $d^{\frac{5}{3}}$ se trouvent rarement des facettes e^3 très petites.

(*) C'est, pensons-nous, le seul cas à citer dans les calcites du sol belge.

ARQUENNES.

$e^2e^{\frac{1}{2}}$. Cette combinaison a été aussi rencontrée à Engis, mais les faces $e^{\frac{1}{2}}$ y étaient ternes, tandis qu'ici elles fournissent des images d'une grande netteté; les faces e^2 sont ternes et paraissent emboiter les faces $e^{\frac{1}{2}}$; elles sont probablement de formation plus récente. Nous avons profité de la grande netteté des faces $e^{\frac{1}{2}}$ pour mesurer leur angle avec précision, dans le but de le comparer à l'angle du solide de clivage; nous avons trouvé que le premier angle était *constamment supérieur* au second d'un demi-degré environ :

	1er Cristal.	2e Cristal.	3e Cristal (*).
$e^{\frac{1}{2}}e^{\frac{1}{2}}$	75°30′ $(0, 3, \bar{4}, 3, \bar{2})$	75°25′ $(2, 0, \bar{2}, 1, \bar{1})$	75°32′ $(3, \bar{2}, 1, \bar{1}, \bar{1})$.

L'angle du clivage était à peu près l'angle normal, de même que l'angle $pe^{\frac{1}{2}}$:

$pp = 74°48′$ $(0, \bar{1}, \bar{4}, \bar{1}, \bar{1}, 2, 1, 1, 2, 3)$ (**) au lieu de 74°55′

$pe^{\frac{1}{2}} = 41°11′$ $(0, 0, 1, 0, \bar{1})$ id. 41°7′.

Entre e^2 et $e^{\frac{1}{2}}$ on aperçoit des facettes rhomboédriques peu nettes, dont l'une correspond à $e^{\frac{3}{4}}$.

$e^2e^1e^3d^2e^{\frac{1}{2}}b^6$. Le cristal représenté par la figure 27 (***) a plus de 6 millimètres de hauteur sur 4 de largeur; il est aussi limpide que du quartz. Les faces e^1 et e^3 donnent des images très nettes, les b^6 sont ternes et souvent

(*) Une des faces $e^{\frac{1}{2}}$ présentait deux images : la plus intense correspondait à l'incidence inscrite ci-dessus, l'autre donnait 75°13′.

(**) Si l'on voulait noter le rhomboèdre $e^{\frac{1}{2}}$ d'Arquennes en le rapportant au rhomboèdre-type, en partant de l'angle 75°25′ fait par ses faces, on obtiendrait :

$$\frac{l}{h} = 0{,}9888144, \quad \text{puis} \quad e^{30}/_{59} = 89.0.88.$$

(***) Même projection et mêmes données que pour la figure 26.

atrophiées dans les petits cristaux; les faces b^6, en zone avec d^2 et le

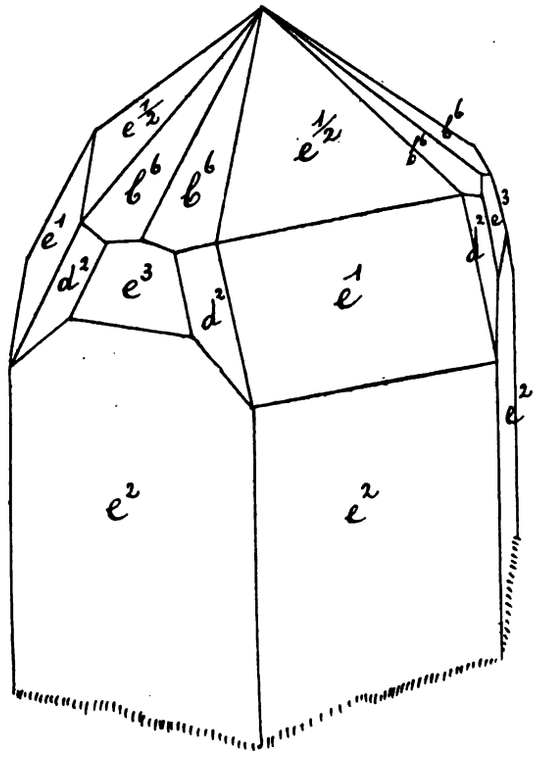


FIG. 27.

clivage, ont été déterminées par l'angle approximatif de 9° qu'elles font avec ce dernier ($pb^6 = 8°46'$).

$d^2e^1pe^2e^3e^{\frac{5}{11}}e_2e^{\frac{1}{4}}$. Cristaux remarquables par la présence des scalénoèdres e_m et par le fait que $e^{\frac{1}{4}}$ y est remplacé par la forme voisine $e^{\frac{5}{11}}$. Ils sont accompagnés de pyrite cubique et cubo-octaédrique. Les faces e_m, en zone entre p et e^1, sont striées parallèlement à l'axe de zone et ne permettent pas, en général, de mesure même approximative lorsque cet axe coïncide avec l'axe du goniomètre. On peut mesurer, en prenant comme mire la flamme d'une bougie, l'angle fait sur e^1 par deux facettes adjacentes; on obtient ainsi deux images pour chaque face : les images correspondant aux faces les plus éloignées de e^1 donnent 30°39′ (1, 2, $\overline{2}$), les autres 27°24′ ($\overline{11}$, 1, 11); la

première incidence correspond assez bien à e_2 (e_2e_2 sur $e^1 = 30°7'$), l'autre à une face comprise entre e^2 et $e^{\frac{1}{4}}$. Dans un très petit cristal, on a pu, dans l'image continue que fournit la zone e^1e_m, préciser une face faisant avec e^1 un angle de 15°52′ (1, 3, $\bar{4}$) et une autre donnant 21°17′ ($\bar{2}$, $\bar{2}$, 3); la première correspond assez bien à $e^{\frac{1}{4}}$ ($e^1e^{\frac{1}{4}} = 15°46',5$), la seconde indique une face comprise entre e_2 et $e^{\frac{1}{3}}$. On peut conclure de ce qui précède à la présence des formes e_2 et $e^{\frac{1}{4}}$. Ces faces sont semblables à celles que l'on rencontre dans les cristaux de Rhisnes (*loc. cit.*, pp. 280, 281); elles ont l'aspect caractéristique du plomb coupé par une lame imparfaitement tranchante.

Au-dessus de e^1 existe une face rhomboédrique inverse faisant avec e^1 un angle de 20°3′ (3, 6, 0, 1, $\bar{9}$); en la notant $h0l$, on obtient

$$\frac{l}{h} = 1,05538;$$

c'est le rhomboèdre $e^{\frac{1}{19}} = 19.0.20$, avec $e^1e^{\frac{1}{19}} = 19°59'$. Ce rhomboèdre a été trouvé à Rhisnes (*loc. cit.*, pp. 281, 282) et, ce qui est remarquable, précisément sur des cristaux montrant des formes e_m.

MORESNET.

$e^1e^{\frac{1}{5}}e^{\frac{1}{3}}$. Cristaux bien incolores et à faces réfléchissantes; la partie supérieure du cristal est formée du rhomboèdre e^1; les trois faces e^1 s'appuient sur des faces $e^{\frac{1}{5}}$ convergeant vers le haut; entre celles-ci se trouvent trois faces $e^{\frac{1}{3}}$ convergeant vers le bas.

Angles	Calculés	Mesurés
$e^1e^{\frac{1}{5}}_{adj}$	12°40′	12°8′
$p_{sup.}e^{\frac{1}{3}}_{inf.}$	52°36′	53° à 54°
$pe^{\frac{1}{5}}_{adj.}$	64°2′	64°.

Quelques cristaux portent p et a^1 mal développées. Sur les faces e^1, le

long des arêtes culminantes de ce rhomboèdre, est venue se déposer de la matière en zones d'égale largeur, limitées par des droites parallèles à ces arêtes.

LES ÉCAUSSINES.

$e^3d^2b^1pe^{\frac{1}{7}}e^2\gamma\square\varphi$. Dans le petit granit.

Cristaux jaunâtres, presque transparents. Les faces e^3 et d^2 sont parfaitement réfléchissantes, les b^1 peu, les p sont ternes. Les faces rhomboédriques placées en dessous de e^3 font avec celles-ci un angle de 12°18′, c'est-à-dire 88°5′ avec a^1; elles convergent donc vers le haut et appartiennent au rhomboèdre direct très aigu $e^{\frac{1}{7}}$; les trois autres faces latérales qui terminent le cristal vers le bas, font avec b^1 un angle de 63° et, par conséquent, avec a^1 un angle de 89° à 90°; ce sont des faces e^2. Les faces $e^{\frac{1}{7}}$ sont rugueuses, criblées de petites marques triangulaires; les e^2 sont lisses.

Sur la zone e^3d^2, on voit un biseau à faces plus ou moins courbes, dans lequel on peut cependant reconnaître deux formes : La première, qui possède un angle sur e^1 d'environ 42°, correspond au scalénoèdre

$$\gamma = 522 = d^{\frac{1}{2}}d^1b^{\frac{1}{2}}, \qquad \gamma\gamma \text{ sur } e^1 = 42°14'.$$

Dans la seconde, dont les faces se trouvent au contact de d^2, on a pu mesurer fort exactement l'angle avec d^2 : 4°43′ $(4, \bar{3}, \bar{1})$. C'est le

$$\square = 20.12.7 = d^{\frac{1}{13}}d^1b^{\frac{1}{7}}$$

de Hessenberg, observé par ce savant sur des cristaux de Matlock (Derbyshire); seulement la notation ci-dessus peut être simplifiée, en donnant même une concordance tant soit peu meilleure avec les angles mesurés par Hessenberg. Nous adopterons

$$\square = 17.10.6 = d^{\frac{1}{11}}d^1b^{\frac{1}{5}}.$$

Ainsi modifiée, □ se trouve à l'intersection de la zone qui nous occupe avec la zone $a^1 d^{\frac{1}{7}}$. Voici la correspondance :

Angles	Calculés		Mesurés (Hessenberg) (*)
	Des Cloizeaux.		
	$d^1 d^{\frac{1}{11}} b^{\frac{1}{5}}$	$d^1 d^{\frac{1}{13}} b^{\frac{1}{7}}$	
avec e^3	23°34′	23°34′	23°30′
sur e^1	67°2′	67°1′	67°10′
avec d^2	4°10′	4°10′,5	4°43′ (Les Écaussines).

Enfin, il existe dans les cristaux des Écaussines des faces triangulaires courbes, s'appuyant d'un côté sur les faces γ et □, de l'autre sur la face e^2; elles n'ont pu donner lieu qu'à des mesures grossières (62° sur p, 53° sur e^1); il est probable qu'elles doivent être rapportées à la forme ⊙ de Hessenberg.

Les cristaux de Matlock, dont nous avons parlé plus haut, avaient pour notation $pe^3 d^1 d^2 \square \gamma \odot$; on voit qu'ils paraissent bien les équivalents des cristaux des Écaussines; seulement, dans ces derniers, les d^2 se trouvent réduites à de légères troncatures, tandis qu'à Matlock cette forme prédominait.

Simplification de la notation $\odot = 20.9.4 = d^{\frac{1}{11}} d^{\frac{1}{9}} b^{\frac{1}{5}}$.

Si l'on part des angles mesurés par Hessenberg :

$$\odot\odot \text{ sur } p = 64°39' \text{ (**)}$$

$$\odot\odot \text{ sur } e^1 = 52°20',$$

on obtient

$$\frac{h}{k} = 2{,}212564$$

$$\frac{l}{k} = 0{,}411277,$$

puis

$$\overline{m} = 1{,}004617 \qquad n = 0{,}207947 \qquad p = 1{,}207947;$$

(*) Des Cloizeaux, t. II, p. 99.
(**) Des Cloizeaux, t. II, p. 102.

ou, en développant en fraction continue et effectuant les réduites :

$$m = -1$$

$$n = \frac{1}{4},\ \frac{1}{5},\ \frac{5}{24},\ \frac{6}{29},\cdots$$

$$p = 1,\ \frac{5}{4},\ \frac{6}{5},\ \frac{95}{79},\cdots$$

Si l'on prend $n = \frac{1}{5}$, $p = \frac{6}{5}$, on arrive à

$$\odot = d^{\frac{1}{5}} d^{1} b^{\frac{1}{5}} = 11.5.2,$$

notation plus simple, qui donne une approximation aussi satisfaisante que 20.9.4 :

Angles	Calculés		Mesurés (Hessenberg)
	$d^{\frac{1}{11}} d^{\frac{1}{5}} b^{\frac{1}{5}}$	$d^{\frac{1}{5}} d^{1} b^{\frac{1}{5}}$	
sur p	64°38′,5	64°23′,5	64°39′
sur e^{1}	51°53′	52°43′	52°20′

Si l'on voulait une plus grande approximation, il faudrait prendre des réduites à termes plus compliqués.

Observons que, ainsi modifiée, ⊙ devient le φ de M. Des Cloizeaux; ces deux formes doivent donc être confondues en une seule.

ROLY.

$d^{2} d^{m} e^{\frac{1}{2}} v^{\prime\prime}$. N° 620. C. U.

Cristaux limpides, paraissant de couleur foncée sous certaines incidences, à cause d'un dépôt interne de matière noirâtre effectué au voisinage des arêtes scalénoédriques. Ils paraissent de seconde formation. Essentiellement constitués par le scalénoèdre d^{2} présentant vers le bas des stries qui indiquent la présence des scalénoèdres $d^{\frac{11}{7}}$ et $d^{\frac{5}{3}}$. Des faces assez miroitantes bordent ces faces d^{m} à la partie inférieure en les coupant suivant des lignes

indécises et arrondies (*); elles ont pu donner lieu à des mesures assez satisfaisantes :

sur p	$30°17'$ $(\bar{1}, 1)$
avec p	$37°44'$ $(\bar{1}, 4, \bar{4})$
avec d^1	$10°$ à $11°$ approx.

En partant des deux premières incidences, on obtient

$$\frac{h}{k} = 1{,}5777$$

$$\frac{l}{k} = 0{,}2152.$$

Si l'on cherche dans les tables de caractéristiques (**), on trouve qu'elle répond fort bien à

$$v'' = 51.37.8 = d^{\frac{1}{13}} d^{\frac{1}{8}} b^{\frac{1}{38}}$$

$$\text{avec } \frac{h}{k} = 1{,}5784 \qquad \frac{l}{k} = 0{,}2162$$

$$v''v'' \text{ sur } p = 30°19',5' \qquad v''p = 37°42', \qquad v''d^1 = 11°27' \text{ (***)}.$$

Ce scalénoèdre a été rencontré à Rhisnes.

Quelquefois les cristaux dont il s'agit portent un rhomboèdre direct faisant $40°$ à $41°$ avec p; c'est $e^{\frac{1}{7}}$.

MARNEFFE.

$e^{\frac{1}{3}}$. Rhomboèdres ayant 3 à 4 millimètres d'arête, assez grossiers, de couleur brune. La position du clivage et l'angle $pe^{\frac{1}{3}} = 41°$ environ montrent que l'on a affaire à l'inverse du primitif. Ils sont légèrement modifiés par e^1.

(*) Ces cristaux ressemblent beaucoup à certains cristaux de Rhisnes (2^d gisement).

(**) *Formes cristallines de la calcite de Rhisnes*, LOC. CIT., p. 357.

(***) *Idem*, IBIDEM, pp. 240-243.

Cristal composé. Ce cristal est remarquable par le fait qu'il représente un assemblage à axes parallèles d'un grand nombre de petits cristaux ayant une autre forme que la sienne. C'est un grand rhomboèdre ayant 10 millimètres de côté, blanc jaunâtre, presque opaque, à faces marbrées; il a approximativement *la forme d'un cube.* Il est entouré de petits cristaux :

a) Les petits cristaux qui entourent le grand rhomboèdre ont pour notation $e^{\frac{1}{2}}e^{1}b^{1}$; les faces $e^{\frac{1}{2}}$ ne permettent aucune mesure précise, mais on les reconnait à ce qu'une face inférieure antérieure est sensiblement perpendiculaire au clivage supérieur antérieur.

b) Grand cristal. La position du clivage indique un rhomboèdre inverse. Dans la calcite, un rhomboèdre de 90° serait donné par

$$\frac{h}{l} = 1{,}43362;$$

s'en approchent $e^{\frac{3}{4}}$ avec $\frac{h}{l} = 1{,}4$ et $e^{\frac{11}{11}}$ avec $\frac{h}{l} = 1{,}4444$.

Mais il faut envisager tout autrement le cristal de Marneffe : En examinant attentivement ses faces, on s'aperçoit qu'il semble résulter de la réunion d'un grand nombre de petits cristaux semblables à ceux qui l'entourent. On distingue, en effet, sur les arêtes qui sont courbes, les points où les sommets latéraux des petits cristaux sont placés et, latéralement, sur les faces, des dépressions plus brillantes que la matière qui les entoure, correspondant aux faces b^{1}; quant aux faces $e^{\frac{1}{2}}$ et e^{1}, elles paraissent se confondre. Les faces du rhomboèdre de Marneffe sont des faces de composition : des facettes $e^{\frac{1}{2}}$ et e^{1}, très petites, s'y succèdent en s'alternant, et l'œil ne saisit que leur enveloppe. Comme la position de cette enveloppe dépend du développement relatif des facettes $e^{\frac{1}{2}}$ et e^{1}, on comprend que l'on peut obtenir des angles dièdres très variables, différents de ceux des rhomboèdres qui forment l'édifice. Ici l'angle est à peu près la moyenne des angles dièdres de $e^{\frac{1}{2}}$ et e^{1}, mais on peut obtenir une suite d'angles dièdres variant depuis le dièdre de $e^{\frac{1}{2}}$ jusqu'à celui de e^{1}, ce qui explique la courbure des faces. Vers le bas du cristal, e^{1} paraît prédominer et le clivage y tend à se placer parallèlement à l'arête culminante.

En supposant, comme exemple, un développement égal des faces $e^{\frac{1}{2}}$ et e^{1},

on trouve pour notation du rhomboèdre composé, $\frac{h}{l} = 1{,}3884$ (*), et pour son angle dièdre, 88°46′.

On pourrait peut-être expliquer de cette façon, dans quelques cas, la formation des faces à notation compliquée.

SAINT-MARC.

$d^2pe^2e^3a^1v''$. Cristaux presque limpides. Celui qui est représenté par la figure 28 (**) a 7 millimètres de hauteur; les faces d^2 et p sont bien réflé-

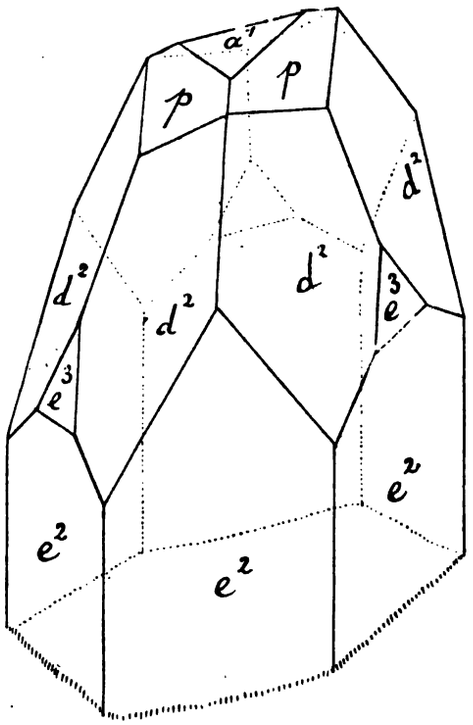


Fig. 28.

chissantes. Quelquefois, s'appuyant sur d^2 entre deux faces e^2, se trouvent

(*) Correspondant à $e^{\frac{11}{11}}$.
(**) Projection oblique isométrique sur d^1.

des faces triangulaires ternes non représentées sur la figure; on a pu mesurer approximativement

Angle sur $p = 28°18'$
Angle avec $d^2 = 11°18'$.

En partant de ces incidences, on obtient

$$\frac{h}{k} = 1{,}3481 \qquad \frac{l}{k} = 0{,}2238.$$

Elle pourrait être notée

$19.14.5\,(*) = d^{\frac{1}{7}} d^{\frac{1}{2}} b^{\frac{1}{3}}$, qui donne
sur p : 28°56′,5 avec d^2 : 11°39′.

Cette forme est très voisine de $v'' = 51.37.8$ trouvée à Rhisnes et à Roly (voir p. 82).

GRAND-COUR.

$e^3e^1pa^1$. Grands cristaux remarquables par le développement simultané et exclusif des trois rhomboèdres e^3, e^1 et p, dont chacun forme troncature sur les arêtes culminantes du précédent. La base, mal dessinée, se joint quel-

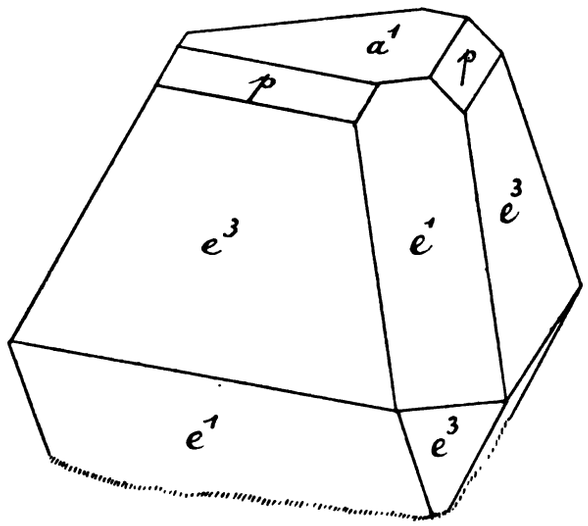


Fig. 29.

quefois aux formes susdites. La figure 29 (**) montre le développement

(*) $\log M = 1{,}2387406$.
(**) $2c = 77$, $r = 52$, $\alpha = 60°$, $l' = 27$

habituel des différentes faces rhomboédriques : tandis que e^3, très développé vers le haut, se réduit vers le bas à des facettes triangulaires de faible étendue, e^1 reçoit un développement inverse. Les arêtes latérales sont complètement disparues; la partie supérieure du cristal se joint à l'inférieure par un hexagone de 120° ayant trois côtés longs alternant avec trois côtés courts.

RHISNES.

Ce gisement, qui a pour forme fondamentale l'isoscéloèdre

$$L - 16.8.5 = d^{\frac{8}{5}} d^1 b^{\frac{8}{3}},$$

a été décrit dans les *Annales de la Société géologique de Belgique* (t. XVI, p. 165).

SEILLES.

$b^4 p e^3 e^{\frac{11}{5}}$. Cristaux ayant l'aspect général du rhomboèdre primitif, accompagnant la fluorine violette dans un calcaire de couleur très sombre; on aperçoit à l'intérieur de nombreux cristaux de sperkise.

Le scalénoèdre b^4 est strié parallèlement à b, les faces p et e^3 sont bien réfléchissantes; b^4 a été déterminé par des mesures approximatives inscrites dans le tableau suivant :

Angles	Calculés	Mesurés
$b^4 b^4$ sur p	16°	17°
$b^4 b^4$ sur e^1	49°23′	49°
$p b^4$	12°46′	13°
$p e^{\frac{11}{5}}$	41°45′	41°30′ (10, $\bar{5}$, $\bar{10}$, 7).

$L p e^2 d^1 \Phi y$. L'isoscéloèdre de Rhisnes a été retrouvé à Seilles modifié comme l'indique la notation ci-dessus. (*Ann. de la Soc. géol. de Belg.*, t. XIX, p. 267.)

VILLERS-EN-FAGNE.

L'isoscéloèdre de Rhisnes a aussi été retrouvé à Villers-en-Fagne. (*Ann. de la Soc. géol. de Belg.*, t. XIV, p. CXLIV.)

BLATON.

Sansoni a décrit deux cristaux du calcaire carbonifère, ayant respectivement pour notation

$$d^{\frac{1}{2}}e^{\frac{1}{2}}e^{\frac{1}{2}}e^{\frac{1}{2}}e^{\frac{1}{2}}e^{\frac{19}{5}}e^{\frac{7}{2}}e_{\frac{1}{7}}\mathrm{F}\Theta\rho'$$

$$d^{\frac{1}{2}}e^{\frac{1}{2}}e^{\frac{1}{2}}e^{\frac{1}{2}}e^{\frac{1}{2}}e^{\frac{19}{5}}e^{\frac{7}{2}}e_{\frac{1}{7}}c'\pi'a\mathrm{F}h\ (*).$$

(*Bull. de l'Acad. roy. de Belg.*, 3e série, t. IX, n° 4, 1885, p. 287.)

ANGLEUR.

e^2b^1 traversé à axes parallèles par d^2b^1. (CESÀRO, *Mém. cour. et autres Mém. Acad. roy. de Belg.*, t. XXXVIII, p. 44.)

COMBLAIN.

$d^2e^{\frac{3}{2}}e^3e^{\frac{5}{7}}$ hémitrope avec a^1 pour plan de jonction. (*Ibidem*, fig. 27.)

LANDELIES.

Cristaux remarquables par la présence constante du scalénoèdre $d^{\frac{1}{2}}$, décrits par M. Renault. (*Ann. de la Soc. géol. de Belg.*, t. XX, p. 75.)

Voici les combinaisons de formes présentées par ces cristaux :

$$d^1d^{\frac{5}{3}}e^{\frac{5}{3}}p, \qquad d^{\frac{5}{3}}d^1pe^{\frac{5}{3}}d^{\frac{7}{1}}, \qquad d^1d^{\frac{5}{3}}e^{\frac{5}{3}}p, \qquad d^1b^1, \qquad d^1b^1e^{\frac{1}{2}}.$$

Macles fréquentes avec a^1 pour plan d'hémitropie. Stries parallèles à b^1.

(*) En ce qui concerne la forme $12.40.\overline{52}.23$ de Sansoni, voir *Les formes cristallines de la calcite de Rhisnes*, LOC. CIT., Appendice, p. 342.

TILFF.

Calcite fistulaire.

Ce sont des tubes cylindriques de 3 à 4 millimètres de diamètre intérieur, d'une épaisseur d'environ $\frac{1}{2}$ millimètre, ressemblant à des tuyaux de plumes d'oie. On peut les définir très simplement : l'orientation est la même que celle d'un cylindre creusé dans un cristal de calcite avec son axe parallèle à l'axe ternaire. C'est un vrai cristal creux, limité par une surface cylindrique; on peut y effectuer les trois clivages et mesurer l'angle de 75° environ qu'ils font entre eux ; les clivages inférieurs sont en place par rapport aux supérieurs. *Ici, il ne s'agit plus évidemment de faces à caractéristiques simples :* la surface cylindrique résulte de l'ensemble d'une série de faces de la forme $h10$, h étant quelconque, ou variant très lentement. La surface, cependant, n'est pas quelconque, mais accuse la cristallinité par de nombreuses stries parallèles aux intersections des clivages avec le cylindre; l'arrangement est ternaire autour de l'axe vertical.

Le tube est-il bien cylindrique? En le couchant sur la lame porte-objet et en mettant au point, au microscope, sa génératrice la plus élevée, il reste au point lorsqu'on donne au tube un mouvement de translation parallèle à cette génératrice; en outre, il reste aussi sensiblement au point, si l'on change la génératrice par laquelle il est au contact de la lame porte-objet. Le cristal est donc sensiblement cylindrique. Le tube s'éteint régulièrement, en lumière parallèle, entre les nicols croisés, suivant son axe, ce qui montre que la matière y est orientée comme dans un cristal unique.

CORPHALIE.

Calcite bacillaire. Masses gris clair, opaques, très fragiles, à odeur argileuse par l'insufflation, formées de cristaux allongés suivant l'axe ternaire, plus ou moins parallèles entre eux. Les clivages, assez difficiles et irréguliers, donnent des plans striés parallèlement aux arêtes du primitif.

Cette variété est remarquable par la *présence du clivage* b^1, qui s'y produit partout en même temps que p; la plupart des solides de clivage obtenus donnent l'incidence 37°5, qui est l'angle pb^1; on obtient parfois deux faces p

adjacentes portant la troncature b^1. Les faces de la zone verticale sont mal déterminables; elles paraissent appartenir aux prismes d^1 et e^2, la position des clivages montrant plutôt un plus grand développement du premier.

Les traces des différents clivages sont nettement visibles sur les faces verticales des aiguilles.

La présence du clivage b^1 paraît indiquer que ces masses ont été soumises à une pression énergique.

APPENDICE. Dumont cite *dans le carbonifère :*

De la *chaux carbonatée spongieuse* et de la *pulvérulente.* « Ces deux » variétés sont quelquefois accompagnées de *chaux carbonatée floconneuse* » très légère, susceptible d'être emportée par le plus petit souffle et d'être » réduite en un très petit volume par la moindre pression; c'est particu- » lièrement dans les endroits où la roche paraît avoir été brisée ou déran- » gée que l'on rencontre cette belle variété. »

Dans les carrières de Nandrin, la forme d^2, et dans celles de Villers-le-Temple, e^2b^1.

Dans le psammite de Poulseur, des veines de calcite lamellaire et des géodes tapissées de cristaux ayant la forme b^1, e^2b^1 et $e^{\frac{1}{2}}$.

Dans la dolomie qui se trouve sur la rive droite de l'Ourthe, près de la *Roche-à-Pitain* (entre Comblain-au-Pont et Oneux), un gros filon de calcite laminaire renfermant des cristaux très volumineux, dont la forme est d^2 ou e^2b^1.

Près du chemin de Lisen, d^2 et e^2b^1, et, entre le Sart et Hody, d^2, pd^2 et $e^2d^1b^1$.

Dans une ancienne carrière vis-à-vis de Colonster, sur la rive droite de l'Ourthe, $e^3b^3d^2$.

Dans les carrières établies le long de la Vesdre, depuis Goffontaine jusque près d'Ensival, d^2 et e^1.

Dans le banc calcaire à polypiers, sous-jacent à l'oligiste terreux globuliforme qui se trouve dans le calcaire bordant la chaussée de Dolhain, au delà du *Casino* de Verviers, des cristaux $e^2d^1b^1$ hémitropes avec a^1 pour plan de jonction.

Dans une petite carrière située à la Kakirie (entre Loyable et Statte), a^1e^1, b^1e^2, pb^1 et $b^1e^{\frac{1}{2}}$.

Au nord de l'église de Flône, dans un filon calcaire, de gros rhomboèdres cuboïdes $e^{\frac{1}{2}}$ et de la calcite aciculaire radiée.

Dans la carrière de Flémalle-Haute, dans le banc de calcaire ordinaire qui sépare deux bancs de calcaire noir traversé par des fissures remplies d'anthracite, de gros cristaux $e^2e^{\frac{1}{2}}b^6$.

Entre la carrière de Flémalle-Haute et celle de Chokier, vis-à-vis de Chaufour, dans un gros filon calcaire que l'on aperçoit à mi-côte de la colline, des cristaux très allongés, jaunâtres, ayant pour notation : $e^2e^1b^1$, $e^1e^2e^{\frac{1}{2}}e^{\frac{3}{2}}d^4$ et $e^{\frac{1}{2}}$.

Dans un filon de même nature, situé vers la sommité d'une petite gorge, entre les mêmes carrières, e^2b^1, $e^2b^1e^{\frac{1}{2}}p$, a^1e^1 et $e^1e^2b^1$.

Dans la carrière qui joint le filon argileux de Chokier, e^2b^1, p, e^1 et a^1e^1. Dans une seconde carrière, $e^{\frac{1}{2}}e^1e^2e^{\frac{1}{2}}d^4$ et $e^2e^1b^1$. Près du filon argileux, « la » roche présente des cavités et des fissures remplies de chaux carbonatée » spongieuse, floconneuse et pulvérulente ».

Dans les carrières d'Engihoul, e^1, a^1e^1 et de la « chaux carbonatée lami- » naire, spiculaire et fistulaire. Cette dernière est en tuyaux limpides » couchés sur la variété stratiforme. »

A la Rochette, des pseudo-cristaux, formés de quartz, mais présentant l'une des formes suivantes de la calcite : e^1, d^2 et e^2b^1.

Dans les carrières de Seilles, p, d^2, e^2b^1, a^1e^2, pd^2, pe^2d^1 et $pe^2d^1d^2$.

Dans un filon de calcaire laminaire, au sud de l'église de Juslenville, e^1.

DOLOMIE. $MgCO^3 + CaCO^3$.

Rhomboèdre de 73°45′.

$$\log c = \overline{1},9202487 \qquad c = 0,832240.$$

Les dolomies belges se prêtent peu aux mesures; à cause de la courbure des faces, il est même difficile d'obtenir une valeur un peu exacte de l'angle de clivage.

p. Ordinairement en rhomboèdres primitifs selliformes :

Visé, avec cristaux de chalcopyrite,

Micheroux, avec chalcopyrite et millérite,

Rhisnes (marbre noir) avec calcite et quartz,

Prayon, avec sperkise, limonite mamelonnée, quartz.

pe^3. Tunnel de Trois-Ponts. Dans quartzite revinien, avec chalcopyrite. Cristaux blancs presque opaques, à faces miroitantes, représentés par la figure 30; ils sont formés de deux rhomboèdres : l'un, à faces assez nettes,

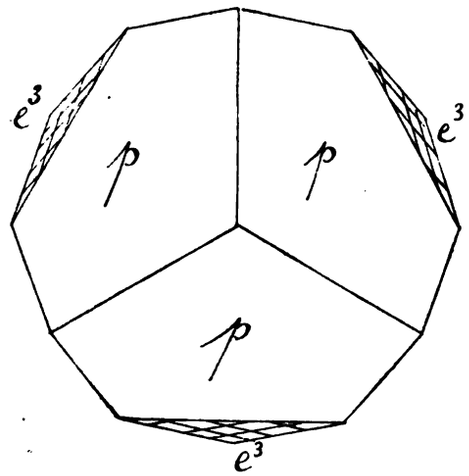


FIG. 30.

est parallèle au clivage; l'autre, à faces composées, appartient au second aigu e^3.

$e^{\frac{1}{2}}b^1$. Nous avons décrit des petits cristaux d'un carbonate double de calcium et magnésium ayant la forme inscrite ci-dessus; ils avaient comme composition : $8CaCO^3 + MgCO^3$. (*Ann. de la Soc. géol. de Belg.*, t. XIII, p. 14.)

SIDÉROSE. $FeCO^3$.

Rhomboèdre de 73°.

$$\log c = \bar{1},9129687 \qquad c = 0,818406.$$

Ordinairement en rhomboèdres primitifs peu convenables pour les mesures. Citons Les Isnes : Rhomboèdres primitifs altérés superficiellement

dans géodes d'un minerai oolithique, avec quelques petits cristaux de quartz quelquefois terminés aux deux bouts.

Dans les grandes ammonites de Mont-Saint-Martin, nous avons rencontré la sidérose en rhomboèdres primitifs, accompagnant la barytine et la calcite.

Fer carbonaté des houillères. « En lits subordonnés au schiste, ou en » masses ovoïdes et aplaties disposées par couches; rayant la chaux carbo- » natée. Texture compacte, quelquefois grenue. Cassure inégale. Aspect » mat. Couleur gris noirâtre, quelquefois roussâtre. La surface a souvent » cette dernière couleur, qui est due à un commencement de décomposition. » Quelques variétés ovoïdes, à couches concentriques, passent en partie à » l'état de fer hydraté lorsqu'elles sont restées quelque temps exposées à » l'air. On trouve souvent, près d'anciennes exploitations de houille, de ce » fer hydraté, argileux, cloisonné ou géodique, et renfermant un noyau » d'argile ferrugineuse (*). »

DIALLOGITE.

En partant de

$$d^1d^1 \text{ sur } e^1 = 74°32' \text{ (Sansoni } in \text{ Dana, p. 278)},$$

on obtient

$$\log c = \bar{1},9129588 \qquad c = 0,818587\ (**);$$

on trouve aussi $pa^1 = 43°22'48''$ et, pour l'angle du primitif, $72°59'56''$.

Masses spathiques se clivant sous l'angle de 73°. Cette espèce a été rencontrée aux environs de Rahier; le gisement a été décrit par M. Ad. Firket. (*Ann. de la Soc. géol. de Belg.*, t. V, p. 41.) La composition du minéral est fort variable : on y rencontre, outre le carbonate ferro-manganeux, depuis le carbonate manganeux presque pur jusqu'à la mangano-calcite; ainsi, M. De Koninck a trouvé des échantillons qui contenaient jusqu'à 92,41 °/₀ de $MnCO^3$ et M. le professeur G. Dewalque en a analysé des variétés contenant de 75 à 84 °/₀ de ce même carbonate, le reste étant formé presque exclusivement de carbonate calcique.

(*) Dumont, *loc. cit.*, p. 193.

(**) Avec cinq décimales, c'est donc 0,81839 et non 0,81840, comme l'indique M. Dana; l'angle pa^1 doit être aussi légèrement modifié.

SMITHSONITE. $ZnCO^3$.

Rhomboèdre de 72°20′.

$$\log c = \bar{1},9065106 \qquad c = 0,806326.$$

Ordinairement en rhomboèdres primitifs, posés assez souvent sur des cristaux de calamine.

Oneux. pe^1. Les faces p sont miroitantes, les e^1 ternes. Mesuré :

$$\widehat{pp} = 72°17′\ (\bar{1}, 2, \bar{2}).$$

Fossey. Rhomboèdres primitifs groupés, à axes imparfaitement parallèles.

Moresnet. $pe^{\frac{9}{8}}$. Rhomboèdres primitifs modifiés par un rhomboèdre inverse voisin de e^1; les intersections avec p convergent vers le bas. En réalité, au microscope, dans une lame de clivage, on s'aperçoit que les intersections dont il s'agit ne sont pas rectilignes, mais formées (fig. *f*) d'un zig-zag à enveloppe sensiblement rectiligne, dont les côtés sont parallèles alternativement à deux arêtes culminantes du primitif. L'angle *abc*, mesuré au microscope, est de 124° environ, et, comme $\beta = 103°28′$ (*), il s'ensuit que $\alpha = 8°32′$. Si e^m est la notation du rhomboèdre inverse dont il s'agit, on a

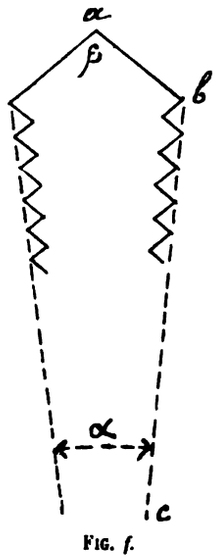


Fig. *f*.

$$m = \frac{\sin\frac{\beta+\alpha}{2}}{\sin\frac{\beta-\alpha}{2}} = 1,12506 = 1,\ \frac{8}{7},\ \frac{9}{8},\ldots$$

Pour $e^{\frac{9}{8}}$

$$\operatorname{tg}\frac{\alpha}{2} = \frac{1}{17}\operatorname{tg}\frac{\beta}{2} \quad \text{et} \quad \alpha = 8°32′.$$

On peut donc fixer la position de cette face *composée*, en la notant $e^{\frac{9}{8}}$.

Dumont cite dans le carbonifère :

Dans les filons quartzeux, la smithsonite mamelonnée; dans les amas

(*) Calculé 103°27′48″.

couchés zincifères, la smithsonite en petits cristaux (Vogelsang, Bois de Huy) ou en mamelons tapissant des géodes (Velaine, Stembert, Vogelsang, Membach); à Moresnet, les variétés aciculaire radiée, lamellaire, mamelonnée et des cristaux ayant pour forme : p, a^1e^2, e^1 ou pb^1.

β) Carbonates orthorhombiques.

ARAGONITE. $CaCO^3$.

Données pour le calcul des dimensions du prisme primitif :

mm ant. = 63°48′

e^1g^1 = 54°13′30″ (Koksharow *in* Dana, pp. 281, 282).

On en déduit

$\log a = \bar{1},7941011$	$a = 0,622445$ (*)
$\log c = \bar{1},8576699$	$c = 0,720560$.

Les formes observées dans les aragonites du sol belge sont au nombre de vingt-deux :

h^{11}	650	$e^{\frac{1}{2}}$	021
h^{13}	760	$e^{\frac{1}{3}}$	073
$g^{\frac{13}{2}}$	11.13.0	$e^{\frac{1}{4}}$	041
$g^{\frac{16}{3}}$	13.19.0	$e^{\frac{1}{5}}$	051
g^1	010	$e^{\frac{1}{7}}$	071
$b^{\frac{1}{2}}$	111	$e^{\frac{1}{10}}$	0.10.1
$b^{\frac{1}{11}}$	21.21.2	$e^{\frac{1}{11}}$	0.11.1
e_2	121	$e^{\frac{1}{16}}$	0.16.1
$e^{\frac{13}{4}}$	11.13.4	$e^{\frac{1}{18}}$	0.18.1
e^2	012	$e^{\frac{1}{20}}$	0.20.1
e^1	011	$e^{\frac{1}{24}}$	0.24.1

(*) Ce résultat diffère de celui de Dana par le dernier chiffre.

ARAGONITE DE HENNE.

Dans les psammites du Condroz; sur la rive gauche de la Vesdre, près de

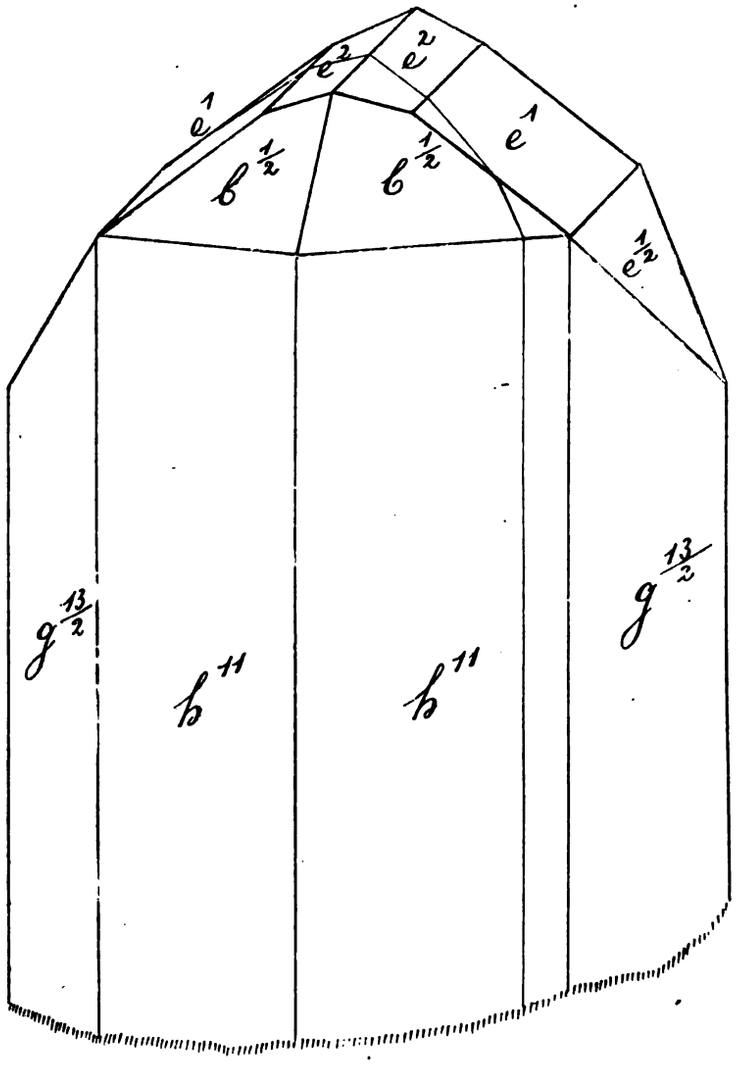


Fig. 31.

Chaudfontaine. Se présente en petits cristaux ou en aiguilles presque limpides, ordinairement aplaties et atrophiées à leur extrémité; cependant les cristaux de 5 à 6 millimètres de longueur ont quelquefois des terminaisons parfaite-

ment nettes. Les faces de la zone verticale sont en général indécises; elles ne se présentent avec netteté que dans les tout petits cristaux ayant environ 1 millimètre de longueur.

La figure 31 représente un de ces petits cristaux projeté obliquement sur h^1 (*); on voit qu'il est traversé, comme les cristaux de Bohême, par une mince lamelle hémitrope. Les faces $b^{\frac{1}{2}}$ sont nettes et bien réfléchissantes. Ces cristaux sont remarquables par les faces de la zone verticale qui, au lieu d'être les faces du prisme primitif, forment des solides à notations compliquées, solides non signalés dans les autres localités; cette zone est composée de deux prismes : l'un, formant biseau sur les arêtes latérales du primitif, a ordinairement pour notation $g^{\frac{13}{2}} = 11,15.0$; l'autre, très obtus, forme biseau sur l'arête antérieure du primitif et a ordinairement pour notation $h^{11} = 650$; les h^m sont comme dépolies, les g^m sont finement striées suivant l'horizontale.

Les macles avec m pour plan de jonction sont fréquentes; elles sont très

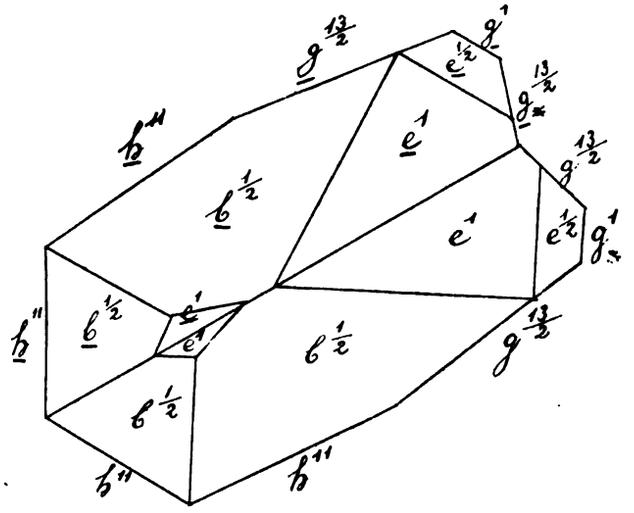


Fig. 32.

aplaties suivant h^{11}, c'est-à-dire à peu près parallèlement au plan d'hémitropie.

(*) $b = 68$, $c = 49$, $a = 20$, $x'y = 135°$.

La figure 32 représente une de ces macles projetée orthogonalement sur p (*).

Faces de repère. Dans la détermination des cristaux d'aragonite, il faut opérer avec prudence, parce que les faces *presque verticales* sont fréquentes dans plusieurs zones; ainsi, on verra plus loin que dans l'aragonite de Long-pré il existe des formes telles que $e^{\frac{1}{11}}$ que l'on pourrait confondre avec g^1. Il faut d'abord choisir des points de repère certains : les formes $b^{\frac{1}{2}}$, e^1, $e^{\frac{1}{2}}$ nous en ont fourni d'excellents : on a mesuré e^1e^1 sur $p = 71°32'$ et, dans trois cristaux,

				Calculé.
$e^1e^{\frac{1}{2}}$	19°41′	19°41′	19°45′	19°28′
$e^1b^{\frac{1}{2}}$	43°24′	43°13′	42°52′	43°12′.

On a ensuite établi la notation de g^1 par la mesure de l'angle

e^1g^1	54°25′	54°23′	54°16′.

Détermination des prismes verticaux. Mesures :

Angles :	1er crist. (n° 31221).	2e crist.	3e crist. (n° 403).	4e crist. (n° 402).
h^mh^m devant	55° (0, 5, $\bar{4}$)			
h^mg^m	14°35′ (0, 0)	14°49′	12°25′ (0, 1)	13°20′ ($\bar{2}$, $\bar{4}$, 8, 0)
$h^me^{\frac{1}{2}}$	68°19′ ($\bar{5}$, 5, 5, $\bar{3}$)			67°3′ (11, $\bar{5}$, 2, $\bar{9}$)
$g^me^{\frac{1}{2}}$	56°26′ (1, $\bar{1}$)			56°59′ ($\bar{2}$, $\bar{6}$, 1, 5)
g^mg^1			49°36′ (**)	49°40′ — 49°4′ (***)
g^mg^m hém. rentr.	32°33′ (1, 1)			33°12′ ($\bar{2}$, 2)
$g^mb^{\frac{1}{2}}$			37°10′ (0, 0)	

(*) $a = 28$, $b = 45$.

(**) On a mesuré g^mg^m sur $g^1 = 99°13'(\bar{5},0,9,\overline{11},6)$; d'où $g^mg^1 = 49°36'$.

(***) Dans la macle n° 402, on a mesuré l'incidence de g^m de l'un des cristaux (face de l'angle rentrant) sur g^1 de l'autre cristal (ces faces sont marquées d'un astérisque sur la figure 32); on a obtenu 14°8′, ce qui donne $g^mg^1 = 49°40'$. L'angle g^mg^1, mesuré directement, a été trouvé de 49°4′.

Détermination de g^m. Nous sommes parti de $g^m g^1 = \lambda = 49°36'$; soit $g^m = 1k0$; on obtient $k = 1{,}367296$ et

$$m = \frac{k+1}{k-1} = \frac{36989}{5739} = 6, \quad \frac{13}{2}, \quad \frac{58}{9}, \ldots$$

Pour $g^6 = 570$, $\lambda = 48°55'49''$

id. $g^{\frac{13}{2}} = 11.15.0$, $\lambda = 49°40'33''$

id. $g^7 = 340$, $\lambda = 50°18'35''$.

La notation $g^{\frac{13}{2}}$ convient fort bien, comme le montre le tableau suivant, sauf en ce qui concerne l'angle $g^m e^{\frac{1}{2}}$ pour lequel on arrive à une différence de 0°54'.

Angles	Calculés			Mesurés
	g^6	$g^{\frac{13}{2}}$	g^7	
$g^m g^m$ hém. rentr.	34°3'38''	35°33'6''	36°49'11''	35°12'
$g^m b^{\frac{1}{2}}$	37°14'32''	37°5'24''	36°58'15''	37°10'
$g^m e^{\frac{1}{2}}$	57°19'58''	57°52'58''	58°21'21''	56°59'.

Forme $g^{\frac{16}{3}}$. Dans le cristal n° 31221 inscrit dans le tableau qui précède, le g^m a un indice inférieur à 6. En effet, de

$$h^m h^m = 55° \quad \text{et} \quad h^m g^m = 14°55',$$

on tire $\lambda = g^m g^1 = 47°35'$, puis, en désignant par $1k0$ la face dont il s'agit, $k = 1{,}467855$ et

$$m = \frac{k+1}{k-1} = 5, \quad \frac{16}{3}, \quad \frac{21}{4}, \quad \frac{37}{7} \ldots$$

Pour $g^5 = 230$, $\lambda = 46°57'53''$

id. $g^{\frac{16}{3}} = 13.19.0$, $\lambda = 47°42'23''$.

La notation $g^{\frac{16}{5}}$ est assez satisfaisante, comme l'indique le tableau suivant :

Angles	Calculés		Mesurés
	g^5	$g^{\frac{16}{5}}$	
$g^m e^{\frac{1}{2}}$	55°53'49"	56°26'10",5	56°26'
$g^m g^m$ hém. rentr.	30°7'46"	31°36'46"	32°55'

Détermination des formes h^m.

Macle n° 402. — On a mesuré $h^m g^m = 13°20'$, $g^m g^1 = 49°4'$; on en déduit $h^m g^1 = \lambda = 62°24'$, et, si $h10$ est la notation de la face dont il s'agit,

$$h = 1{,}19063, \quad m = \frac{h+1}{h-1} = 11, \quad \frac{25}{2}\ldots$$

La notation

$$h^{11} = 650$$

convient assez bien.

Angles	Calculés	Mesurés
$h^{11} g^1$	62°35'2",5	62°24'
$h^{11} e^{\frac{1}{2}}$	67°46'19"	67°3'
$h^{11} g^{\frac{13}{2}}$	12°54'29",5	13°20'.

N° 31221. On a mesuré $h^m h^m$ devant $= 55°$, $h^m e^{\frac{1}{2}} = 68°19'$. La notation h^{11} convient encore assez bien, car

$$h^{11} h^{11} \text{ devant} = 54°49'5".$$

N° 403. C'est dans ce cristal que la forme $g^{\frac{1}{3}}$ était le mieux développée. On a mesuré :

$$h^m g^m = 12°25', \quad g^m g^1 = 49°36'; \quad \text{d'où} \quad \lambda = 62°1',$$

$$h = 1{,}171471, \quad m = 12,\ 13,\ \frac{25}{2},\ \frac{38}{3}\ldots$$

La notation

$$h^{13} = 760$$

convient assez bien avec $\lambda = 61°55'8''$ et $h^{13}g^{\frac{1}{3}} = 12°14'35'',5$.

Observons qu'à ces limites extrêmes les formes h^{11}, h^{12}, h^{13}... sont très voisines; les notations deviennent en quelque sorte indéterminées; ainsi $h^{11}h^{13} = 0°39'54''$.

Observation sur les faces h^m *et* g^m *de l'aragonite de Henne.*

A cause de quelques divergences entre les angles calculés et mesurés, on pourrait penser que ces faces n'appartiennent pas à la zone verticale; ainsi l'angle $g^m e^{\frac{1}{2}}$ a été trouvé de 56°59′ par la mesure, tandis que le calcul donnait 57°53′. Afin de voir si la divergence doit être prise en considération, cherchons la notation de la face dont il s'agit en nous basant sur les angles

avec $e^{\frac{1}{2}}$	56°59′
avec g^1	49°4′.

Nous obtenons :

$$\frac{h}{k} = 0{,}71764 = \frac{2}{3},\ \frac{3}{4},\ \frac{5}{7},\ \frac{28}{39},\ldots$$

$$\frac{l}{k} = 0{,}012729 = \frac{1}{78},\ \frac{1}{79},\ \frac{2}{157}\ldots$$

La face fait avec la verticale un angle de 0°40′. La notation 56.78.1 pourrait convenir, mais la divergence est trop faible pour qu'on doive en tenir compte, étant donné l'état des faces dont il s'agit.

Forme $e^{\frac{11}{4}} = 11.15.4.$

Dans la macle n° 402, au point où e^1 rencontre $g^{\frac{15}{4}}$, se trouve une très petite facette (*) de troncature s, donnant les incidences

$$se^1 = 56°24' (\bar{4}, 5)$$

$$sb^{\frac{1}{2}} = 23°28' (22, \bar{21})$$

$$sg^{\frac{15}{2}} = 12°14' (7, \bar{6}).$$

En partant des deux premiers angles, on obtient (**) :

$$\left.\begin{aligned} \frac{k}{h} &= 1{,}318901 \\ \frac{l}{h} &= 0{,}367048 \end{aligned}\right\} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (1)$$

Parmi les formes connues (voir Des Cloizeaux, t. II, p. 87, et Dana, p. 281), celles dans lesquelles $\frac{k}{h} > 1$ et $\frac{l}{h} < 1$ sont

	$\frac{k}{h}$	$\frac{l}{h}$
25.27.24	1,08	0,96
25.27.2	1,08	0,08
5.6.1	0,40	0,20
9.12.2*	1,33	0,22
12.17.5*	1,42	0,42
3.6.2	2,00	0,67

Les formes portant un astérisque s'approchent, mais insuffisamment, de

(*) Elle n'est visible qu'à la loupe.

(**) Pour ce calcul, on a pris $b^{\frac{1}{2}}e^1 = 43°12'$.

celle que nous cherchons. En développant les valeurs (1) en fraction continue, on obtient

$$\frac{k}{h} = 1, \quad \frac{4}{3}, \quad \frac{29}{22}, \cdots$$

$$\frac{l}{h} = \frac{1}{2}, \quad \frac{1}{3}, \quad \frac{3}{8}, \quad \frac{4}{11}, \cdots$$

On peut essayer

$$341 = e_7 \quad \text{et} \quad 22.29.8 = b^{\frac{1}{3}}\bar{b}^{\frac{1}{7}}\bar{g}^{\frac{1}{8}}.$$

Si l'on transforme les valeurs (1) en Lévy, puis qu'on développe en fraction continue, on obtient

$$-\frac{m}{n} = 7, \quad \frac{22}{3}, \quad \frac{29}{4}, \quad \frac{80}{11}, \cdots$$

$$-\frac{p}{n} = 1, \quad \frac{7}{6}, \quad \frac{8}{7}, \quad \frac{15}{13}, \cdots$$

On retrouve e_7 et $b^{\frac{1}{3}}\bar{b}^{\frac{1}{7}}\bar{g}^{\frac{1}{7}} = 19.25.7$. Voici le tableau de correspondance :

Angles	Calculés				Mesurés
	19.25.7	22.29.8	341	572	
avec $b^{\frac{1}{3}}$	23°23′	23°34′,5	24°46′,5	23°9′	23°28′
avec e^1	56°23′	56°30′,5	57°19′	54°49′	56°24′
avec $g^{\frac{13}{2}}$	13°52′	13°41′	12°30′,5	14°37′	12°14′

Les deux premières notations donnent une bonne concordance en ce qui concerne les deux premiers angles, mais une divergence notable relativement au troisième angle; l'inverse a lieu pour la notation $e_7 = 341$.

On obtient une notation plus compliquée que e_7, mais qui s'approche mieux, en se basant sur les considérations suivantes :

Lorsqu'on examine à la loupe la facette dont il s'agit, on voit qu'elle

paraît couper $g^{\frac{13}{2}}$ parallèlement aux stries de cette dernière, c'est-à-dire horizontalement; dans ce cas, sa notation est de la forme

$$s = 11.15.l.$$

Si l'on calcule l, en partant de l'angle $sg^{\frac{13}{2}} = 12°14'$, on obtient

$$l = 3{,}621382;$$

les angles avec e^1 et $b^{\frac{1}{2}}$ calculés d'après l'incidence précédente sont trop grands (voir le tableau qui va suivre). Il est facile de voir sur la projection stéréographique que, pour faire diminuer ces angles, il faut s'avancer sur la zone $pg^{\frac{13}{2}}$ vers p, c'est-à-dire qu'il faut augmenter légèrement l; on est ainsi amené à prendre

$$11.15.4 = c_{\frac{13}{2}}$$

Angles	Calculés		Mesurés
	$l = 3{,}62...$	$l = 4$	
avec $g^{\frac{13}{2}}$	12°14′	13°28′	12°14′
avec e^1	57°12′,5	56°9′,5	56°24′
avec $b^{\frac{1}{2}}$	25°11′,5	24°0′,5	23°28′.

Observons, pour finir, que, comme $g^{\frac{13}{2}}$ converge légèrement vers le haut, l'écart pour le premier angle n'est pas aussi considérable que l'indiquent les incidences inscrites ci-dessus.

ARAGONITE DE LONG-PRÉ (COUTHUIN).

Aiguilles allongées suivant la verticale, parfois pyramidales, d'une belle transparence, mais à faces presque toujours oblitérées par des dépôts de seconde formation, qui rendent leurs faces ondulées et indécises. La macle s'y présente avec une fréquence extraordinaire, se répétant parfois dans le même cristal, qui est alors formé d'une suite de feuillets d'orientation alternativement différente.

Ces cristaux sont difficiles à déchiffrer à cause de l'absence des formes de

la zone verticale; les faces que l'on pourrait prendre pour les faces m du primitif sont des faces de notation b^x, presque verticales, et celles que l'on serait tenté de prendre pour g^1 sont des e^x avec x très petit.

Pour orienter ces cristaux, il faut d'abord chercher des faces de repère sûres; les formes e^1, $e^{\frac{1}{2}}$, e^2, $b^{\frac{1}{2}}$, très bien développées, peuvent servir; ainsi, on a mesuré

$e^1 e^{\frac{1}{2}} = 19°26'$ Calculé $19°28'5''$

$e^2 e^{\frac{1}{2}} = 35°28'$ id. $35°25'48''$, etc.

Détermination des formes e^m.

$e^{\frac{1}{10}}$. Dans un cristal, la face qui occupe en apparence la position g^1 fait avec e^1 un angle de $50°10'$ au lieu de $54°13'30''$; il en résulte qu'elle converge vers le haut et fait avec g^1 un angle

$$\beta = 4°3'30'';$$

si $e^m = 0m1$ est sa notation, on a

$m = 19{,}5604$. On peut prendre $e^{\frac{1}{20}} = 0.20.1$ avec $\beta = 3°58'$.

$e^{\frac{1}{24}}$. Dans un autre cristal (n° 512), on obtient deux images donnant avec e^1 des angles de $50°19'$ et $51°$; donc

$$\beta = 3°54',5 \quad \text{et} \quad 3°13',5;$$

la première correspond à $e^{\frac{1}{10}}$, la seconde à $m = 24{,}63$; on peut adopter, pour ne pas créer une nouvelle notation,

$$e^{\frac{1}{24}} = 0.24.1, \quad \text{avec } \beta = 3°18',5$$

Rarement les images sont bien nettes, et il paraît y avoir une succession de e^m compris entre $e^{\frac{1}{10}}$ et $e^{\frac{1}{15}}$. Quelquefois on rencontre vers le bas une faible plage striée, faisant avec e^1 un angle de $54°$ environ et qui est, par conséquent, g^1.

Les prismes $e^{\frac{1}{10}}$ et $e^{\frac{1}{11}}$ ont été déjà rencontrés dans d'autres localités. (Dana, p. 281.)

$e^{\frac{1}{11}}$. Dans une belle macle (n° 1027) représentée par la figure 33 (*),

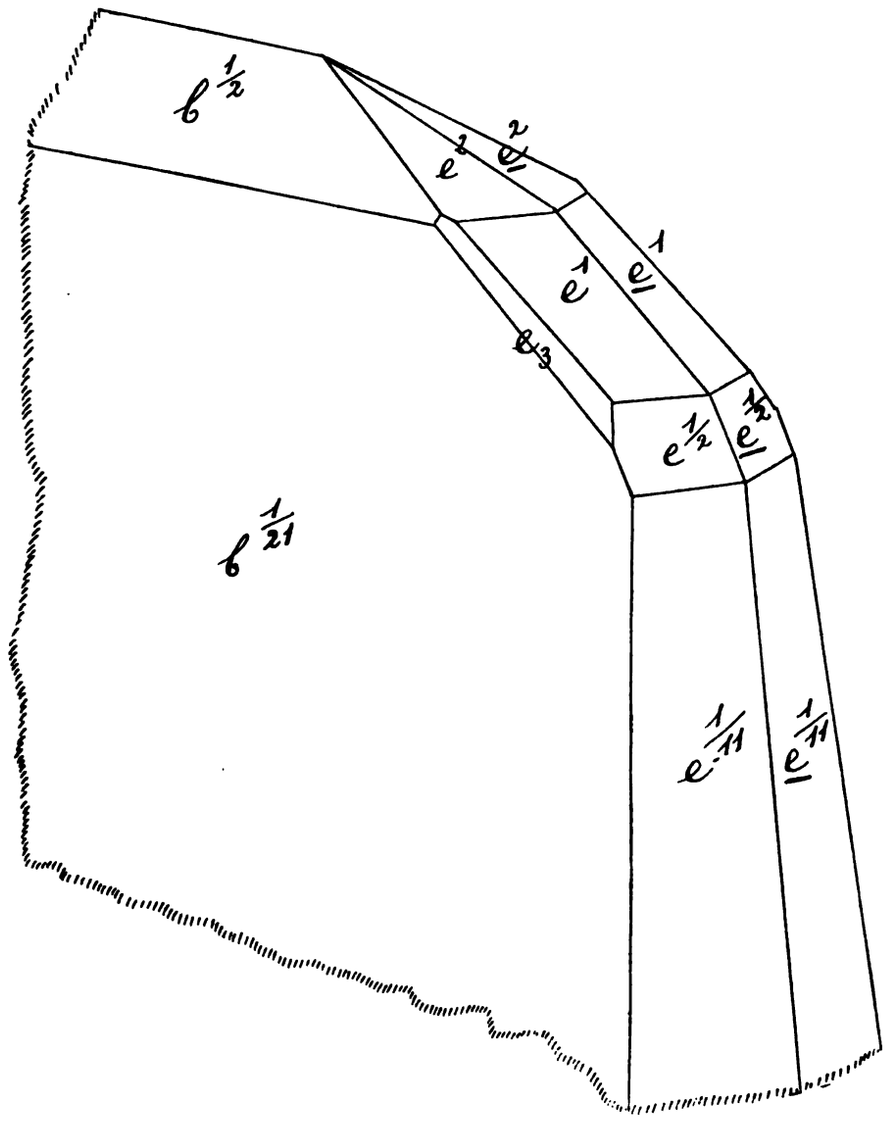


Fig. 33.

(*) Projection oblique sur h^1 : $c = 49$, $b = 68$, $a' = 20$, $x'y = 150°$, $a = 42\frac{1}{2}$.

portant $e^{\frac{1}{3}}$, e^{1} et e^{2}, on a mesuré $e^{m}e^{1} = 47°9'$ (14, $\overline{18}$, 9, $\overline{5}$, $\overline{10}$, 11, 0), ou $\beta = 7°4',5$, qui donne $m = 11{,}1818$;

$e^{\frac{1}{11}} = 0.11.1$ (*) correspond à $\beta = 7°11'21''$.

Dans un cristal on a rencontré les prismes $e^{\frac{1}{19}}$, $e^{\frac{1}{10}}$, $e^{\frac{1}{7}}$, $e^{\frac{1}{5}}$, $e^{\frac{2}{7}}$, $e^{\frac{1}{3}}$, avec $e^{\frac{1}{7}}$ très nettement développé.

Dans un autre cristal on a observé la combinaison $e^{\frac{1}{19}}e^{\frac{1}{7}}$.

Angles avec g^1	Calculés	Mesurés
$e^{\frac{1}{3}}$	34°45',5	34°54'
$e^{\frac{3}{7}}$	30°44',5	30°21'
$e^{\frac{1}{4}}$	19°8'	19°39'
$e^{\frac{1}{5}}$	15°31'	15°55'
$e^{\frac{1}{7}}$	11°13'	11°18'
$e^{\frac{1}{10}}$	7°54'	7°37'
$e^{\frac{1}{16}}$	4°57',5	4°55'
$e^{\frac{1}{18}}$	4°24'	4°31'

Tous ces prismes sont connus, sauf $e^{\frac{1}{19}}$ et $e^{\frac{3}{7}}$ (**).

(*) La forme connue qui s'en approche le plus est $e^{\frac{1}{11}}$ avec $\beta = 6°35'49''$.

(**) On a aussi observé deux formes moins nettes, l'une intermédiaire entre $e^{\frac{1}{3}}$ et $e^{\frac{1}{4}}$, l'autre comprise entre $e^{\frac{1}{5}}$ et $e^{\frac{1}{7}}$.

Détermination des formes b^m.

$b^{\frac{1}{11}}e^{\frac{1}{11}}e^{\frac{1}{4}}e^{1}e^{2}b^{\frac{1}{3}}e_3$. Dans le cristal représenté par la figure 33, les larges faces paraissent être, à première vue, les faces m du primitif; si on les rapporte à $b^{\frac{1}{3}}$ (déterminées d'avance par leur incidence sur $e^{\frac{1}{3}}$, e^1, etc.), on trouve qu'elles font avec celles-ci un angle de 32°14′; or, $mb^{\frac{1}{3}} = 36°15'19''$; en les notant $hh1$, on obtient

$$h = 10{,}4303;$$

la notation $b^{\frac{1}{11}} = 21.21.2$ convient fort bien avec $b^{\frac{1}{3}}b^{\frac{1}{11}} = 32°15'36''$. Dans ce cristal, la forme $e_3 = 121$ a été déterminée par les angles qu'elle fait avec $b^{\frac{1}{3}}$ et e^1 :

Angles	Calculés	Mesurés
$e_3b^{\frac{1}{3}}$	18°4′10″	18°3′
e_3e^1	38°6′9″	37°57′ $(2, \bar{2})$
e^1e^1 hémitr.	35°59′21″	36°11′ $(2, \bar{6}, 3)$.

Vérification. Dans le même cristal nous avons mesuré au microscope, en plaçant la large face $b^{\frac{1}{11}}$ au contact du porte-objet, l'angle que fait dans cette face l'arête $b^{\frac{1}{3}}b^{\frac{1}{11}}$ avec l'arête $e^{\frac{1}{11}}b^{\frac{1}{11}}$; cet angle a été trouvé de 96° à 97°; or, le calcul donne 95°51′, ce qui constitue une bonne vérification (*).

La forme ordinaire des cristaux de Long-pré peut se définir ainsi : pyramides à six faces; les deux larges faces sont des $b^{\frac{1}{11}}$, les quatre faces étroites sont des e^m avec m très petit. Lorsque les larges faces sont terminées vers le haut par une facette triangulaire nette, cette face est $b^{\frac{1}{3}}$; lorsque les faces étroites sont terminées, elles le sont par des facettes $e^{\frac{1}{3}}$, e^1, e^2, seules ou réunies.

(*) On pourrait craindre une erreur dans la mesure, provenant de ce que les deux faces $b^{\frac{1}{11}}$ font entre elles un angle $\omega = 8°4'38''$, de sorte que la face dans laquelle on effectue la mesure est inclinée de cet angle sur le plan horizontal. Si $m = 96°30'$ est l'angle mesuré, φ l'angle vrai, on a $\operatorname{tg}\varphi = \frac{\operatorname{tg} m}{\cos\omega}$, et $\varphi = 96°26'$; l'erreur est donc de 4′.

Appendice.

Calcite sur l'aragonite de Long-pré. Les cristaux d'aragonite que nous venons de décrire sont chargés de petits cristaux, grossièrement faits, incrustés partiellement dans les cristaux d'aragonite et paraissant avoir été formés simultanément avec eux. Le petit cristal montre ordinairement à la loupe deux facettes triangulaires, l'une assez brillante, l'autre terne et rugueuse. Si l'on place un cristal d'aragonite dans l'acide nitrique *très* étendu, les petits cristaux se dissolvent, l'aragonite reste pour ainsi dire inattaquée; cette propriété nous avait fait penser que les petits cristaux étaient des cristaux de calcite. Effectivement, après beaucoup de recherches, nous en avons trouvé un dans lequel on a pu constater la présence de l'axe ternaire par un angle de 45° se répétant dans trois sens : les faces brillantes constituent le rhomboèdre b^1 (calculé : $b^1b^1 = 45°3'$); les faces ternes appartiennent probablement à e^1. En outre, nous avons réussi à produire le clivage.

Aragonite d'Oteppe.

Cristaux grossiers ayant pour notation $mg^1e^1b^{\frac{1}{2}}$, dans le silurien.

Aragonite en enduits cristallins.

L'aragonite a été signalée en enduits cristallins sur des schistes au contact des psammites du Condroz, à Chaudfontaine, sur la rive droite de la Vesdre (Cesàro, *Ann. de la Soc. géol. de Belg.*, t. XXI, p. 111). On peut quelquefois apercevoir au microscope la forme des aiguilles qui constituent l'enduit : cristaux aplatis suivant g^1, allongés suivant la verticale, se terminant parfois en pointe très aiguë, ayant d'autres fois la forme type $mg^1e^1b^{\frac{1}{2}}$ de l'aragonite de Bohême.

Aragonite de Lovegnée.

Cristaux analogues à ceux de Henne (Stainier, *Ann. de la Soc. géol. de Belg.*, t. XX, *Bull.*, p. xxv).

CÉRUSE. $PbCO^3$.

Données pour le calcul des dimensions du prisme primitif :

mm ant. $= 62°45'50''$

e^2e^2 sur $p = 39°45'$ (Koksharov *in* Dana, p. 288).

On en déduit :

$$\log a = \bar{1},7853086 \qquad a = 0,609970$$

$$\log c = \bar{1},8591401 \qquad c = 0,723003.$$

Les céruses du sol belge présentent les combinaisons des quinze formes suivantes :

$$p,\ h^1,\ g^1,\ h^4,\ m,\ g^3,\ a^2,\ a^3,\ e^2,\ e^4,\ e^{\frac{1}{2}},\ e^{\frac{1}{3}},\ b^{\frac{1}{2}},\ b^1,\ a_3.$$

Les incidences mesurées concordent fort bien avec les angles calculés d'après le prisme primitif de Koksharov.

Angles	Calculés	Mesurés				
		Bleyberg	Angleur	Longwilly	Welkenraedt	Cerfontaine (acicul.)
mm	62°45'50''	62°48' (1, 0)		62°49' (0, 0, 0)	62°45'	62°31'
g^1m	58°37'5''			58°33'		
g^1e^2	70°7'30''			70°13'		
g^1e^1	54°7'59''			54°12'		
$g^1e^{\frac{1}{2}}$	34°39'58''			34°45'		
$g^1e^{\frac{1}{3}}$	24°45'6''	25° appr.				
mg^3	29°57'45''			30°		
g^1g^2	28°39'20''	28°45'		28°45'		
$mb^{\frac{1}{2}}$	35°45'48''	35°36'		35°36' à 35°54'		35° à 36°
a^2h^1	59°20'48''	59° à 60°				
$a^2b^{\frac{1}{2}}$	31°8'3''	31°27'				
$b^{\frac{1}{2}}b^{\frac{1}{2}}$ sur a^1	49°59'29''			49°57' (0, $\bar{1}$, 1)		
$e^{\frac{1}{2}}e^{\frac{1}{2}}$ sur g^1	69°19'57''		65°54' à 69°16'			
g^1g^1 hém. m	62°45'50''			62°44'		
e^2e^2 hém. m	20°23'39''	20°24' (0, 0)				
$e^{\frac{1}{2}}e^{\frac{1}{2}}$ hém. m	50°43'9''	50°46' (1, $\bar{1}$)	50°43' (4, 1, $\bar{4}$)			

BLEYBERG.

Sur galène. Cristaux incolores, presque transparents, de petites dimensions; presque toujours maclés suivant m; le développement relatif des différentes faces varie beaucoup d'un cristal à l'autre :

$g^1g^2me^{\frac{1}{2}}e^{\frac{1}{3}}b^{\frac{1}{2}}$. La figure 34 (*) représente un de ces cristaux. Ils sont très aplatis suivant g^1 et allongés suivant l'arête pg^1.

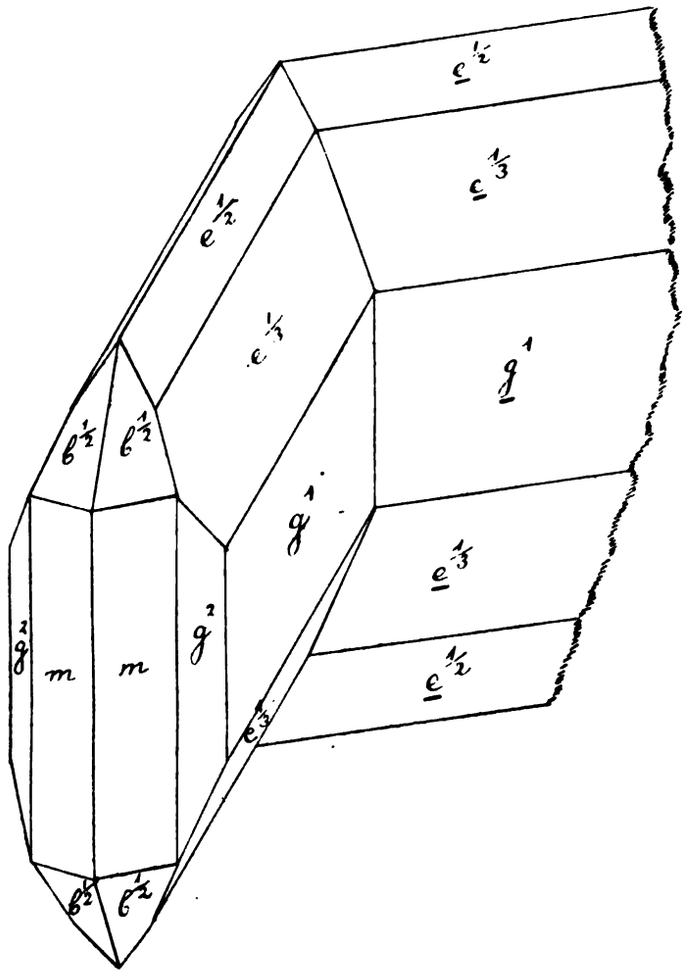


FIG. 34.

(*) Projection oblique sur h^1 : $b = 40$, $c = 29$, $a' = 10$, $a = 24{,}4$, $x'y = 120°$.

$mh^1g^1g^{\frac{1}{2}}e^{\frac{1}{2}}e^2a^2$. Ces cristaux, presque globulaires, ont 1 à 2 millimètres de dimension moyenne; les faces e^m sont d'une netteté parfaite, les faces a^2 sont à peine visibles. Caractérisés par la présence d'une large face h^1.

ANGLEUR.

$me^{\frac{1}{2}}b^{\frac{1}{2}}$. Cristaux allongés suivant la verticale, gris noirâtre; lorsqu'ils sont simples, ils ont la forme représentée par la figure 35, qui est une projection orthogonale (*) sur g^1. Les parties visibles des cristaux maclés présentent rarement des angles rentrants; on aperçoit, limités latéralement par m, des sommets de pyramides à quatre faces, ayant deux arêtes opposées de 69°20′ et deux de 50°43′; ce sont quatre faces $e^{\frac{1}{2}}$ appartenant à deux cristaux maclés suivant m : les deux faces $e^{\frac{1}{2}}$ appartenant au même cristal se coupent sur g^1 sous l'angle de 69°20′; la face $e^{\frac{1}{2}}$ de l'un des cristaux coupe sa symétrique dans l'autre cristal sous l'angle de 50°43′.

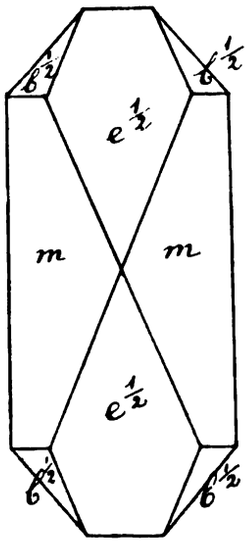


FIG. 35.

$mb^{\frac{1}{2}}e^{\frac{1}{2}}e^2$. N° 1562. Avec galène, sperkise et blende dans dolomie. Petits cristaux granulaires ayant de 0,5 à 1 millimètre de dimension moyenne, gris clair, à faces assez bien réfléchissantes, souvent maclés sans qu'extérieurement il y ait d'autre indice accusant la macle que la différence entre les angles $e^{\frac{1}{2}}e^{\frac{1}{2}}$ sur g^1 et $b^{\frac{1}{2}}b^{\frac{1}{2}}$ sur m (69°20′ et 71°31′,5). La figure 36 (**) représente un de ces cristaux projeté obliquement sur h^1. Les faces m sont souvent assez bien développées, g^1 manque ou est très petite.

Assemblage de $e^{\frac{1}{2}}$ *autour d'un axe pseudo-ternaire.* Dans le même échan-

(*) $a = 49$, $c = 58$.
(**) $b = 40$, $c = 29$, $a' = 10$, $x'y = 135°$.

tillon on trouve des cristaux ayant l'aspect de doubles pyramides hexagonales

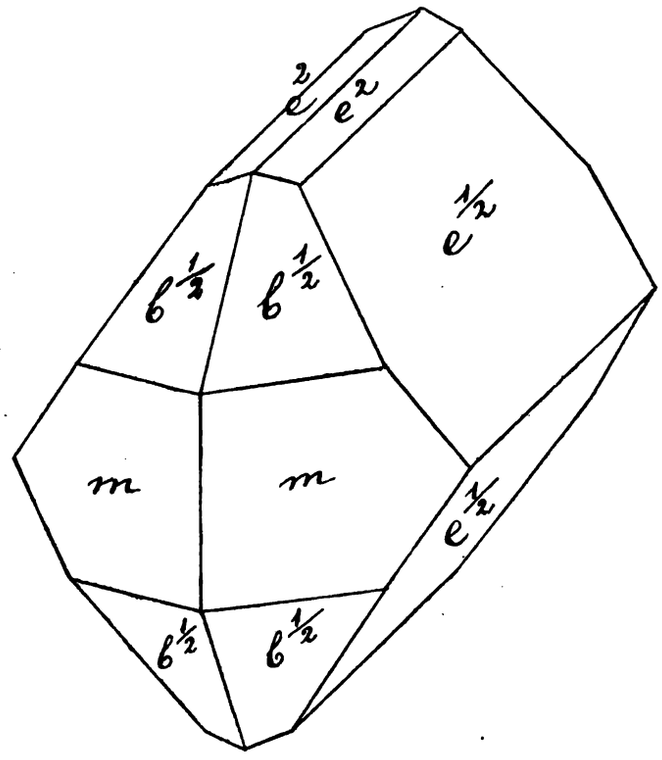


FIG. 36.

régulières. Dans un de ces cristaux on a obtenu, pour trois arêtes basiques consécutives, 69°6′, 68°54′ et 69°6′; cela prouve que *toutes* les faces de la double pyramide sont des $e^{\frac{1}{2}}$ appartenant à trois cristaux différents, groupés autour de la verticale d'après la loi de Mallard.

WELKENRAEDT.

$mb^{\frac{1}{2}}g^1e^1$. N° 3768 (25) (C. U.). La figure 37 (*) représente un de ces cristaux, très aplati suivant g^1 et allongé suivant l'arête e^1g^1. Fortement striés. La face g^1 est quelquefois courbe.

(*) Mêmes données que pour la figure 36.

ROCHEUX.

$h^1g^1b^{\frac{1}{2}}$ et $h^1g^1b^{\frac{1}{2}}e^{\frac{1}{2}}$. Petits cristaux recouverts d'un enduit ferrugineux,

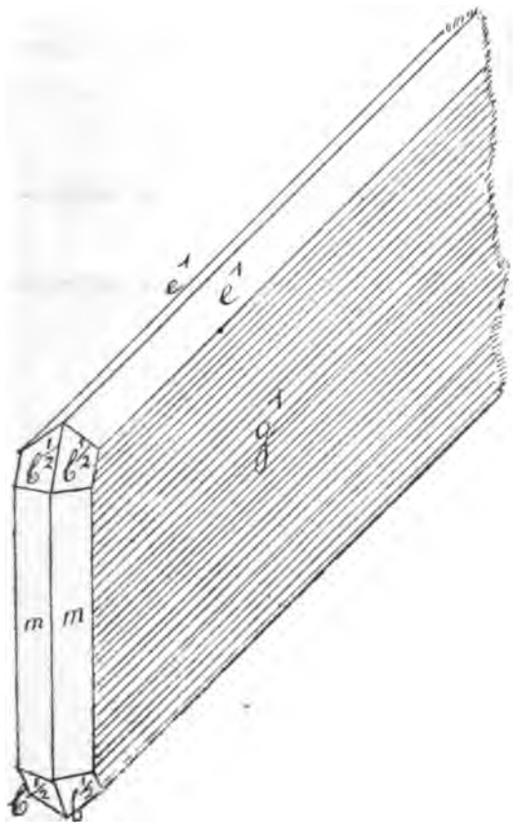


Fig. 37.

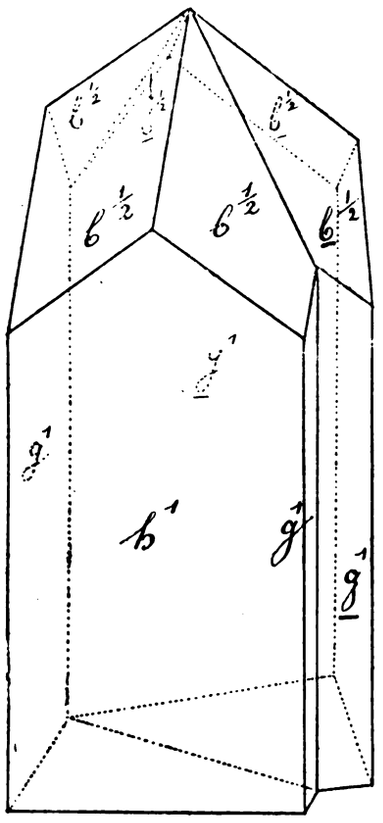


Fig. 38.

maclés, allongés suivant la verticale et présentant comme forme dominante le prisme rectangulaire h^1g^1. La figure 38 représente une de ces macles en projection oblique (*) sur h^1. Quelquefois $e^{\frac{1}{2}}$ vient se joindre à $b^{\frac{1}{2}}$. Les cristaux formant la macle ont souvent des notations différentes : dans l'un, par exemple, $b^{\frac{1}{2}}$ prédomine et $e^{\frac{1}{2}}$ manque ou à peu près; dans l'autre, $e^{\frac{1}{2}}$ est largement développée et $b^{\frac{1}{2}}$ est totalement ou presque totalement absente. A cause de la presque égalité des angles d'inclinaison sur p de $b^{\frac{1}{2}}$ et $e^{\frac{1}{2}}$, les sommets

(*) $b = 40$, $c = 29$, $a' = 10$, $a = 24{,}4$, $x'y = 120°$.

paraissent quelquefois hexagonaux réguliers et la face $b^{\frac{1}{2}}$ d'un des cristaux composants paraît en coïncidence, et miroite simultanément, avec la face $e^{\frac{1}{2}}$ du cristal hémitrope. Traces de p.

LONGWILLY.

On rencontre dans cette localité les deux types suivants :

a) Prisme rhombique dominant sans base : $me^2e^1e^{\frac{1}{2}}b^{\frac{1}{2}}g^1g^2h^1$,

b) Prisme rectangulaire largement basé dominant, très peu modifié : $ph^1g^1e^{\frac{1}{2}}b^{\frac{1}{2}}g^2m$.

a) Beaux et grands cristaux. N° 564 (17) (C. U.). Celui qui est représenté

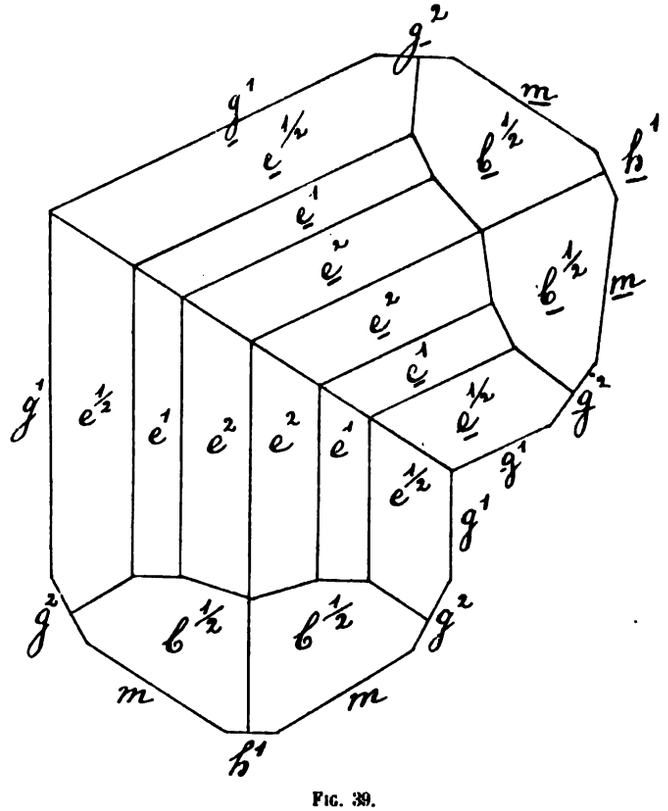


FIG. 39.

par la figure 39 (*) a plus de 5 millimètres de hauteur; il est aussi limpide

(*) Projection orthogonale sur p : $b = 100$, $a = 61$.

que les cristaux de Braubach. Les faces sont parfaitement réfléchissantes, g^1 est striée horizontalement, les faces g^2 sont à peine visibles.

Le n° 561 (15) (C. U.) présente des cristaux du même type, plus aplatis suivant g^1 et avec les faces g^2 plus développées. Quelques cristaux paraissent fortement attaqués. On observe dans cet échantillon de la pyromorphite pseudomorphe de céruse.

b) N° 566 (19) (C. U.). Cristaux allongés suivant la verticale, formés principalement par le prisme rectangulaire ph^1g^1, avec $b^{\frac{1}{2}}$ nette, $e^{\frac{1}{2}}$, m et g^2

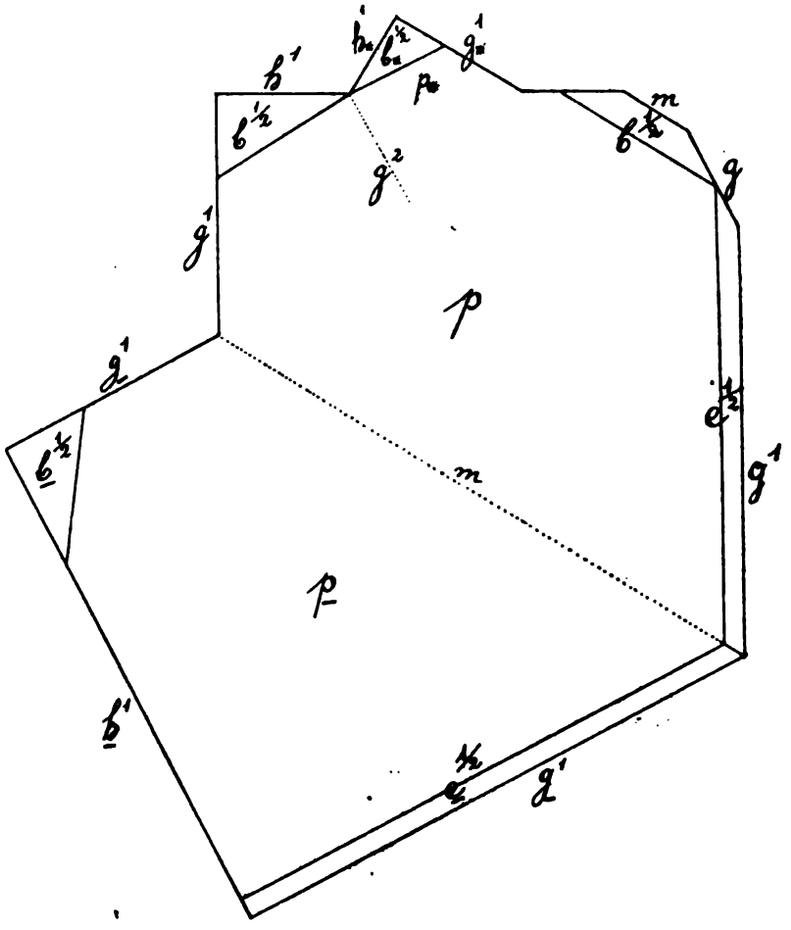


FIG. 40.

rudimentaires. Peu transparents, mats. Difficiles à déchiffrer parce que h^1 et g^1 sont impossibles à distinguer dans les tout petits cristaux; heureuse-

ment $b^{\frac{1}{2}}$, différemment inclinée sur les deux faces, permet la distinction ($h^1\,b^{\frac{1}{2}} = 46°9'10''$, $g^1 b^{\frac{1}{2}} = 65°0'16''$). Le groupe représenté par la figure 40 (*) a 5 millimètres de hauteur et une largeur de 1 à 2 millimètres; il est formé par l'assemblage de trois cristaux : les deux grands cristaux ont m pour plan de macle, le troisième (dont les faces portent un astérisque sur le dessin) paraît réuni au deuxième plutôt par g^2 que par m; en effet, dans le cas où m serait le plan de jonction, les faces $b^{\frac{1}{2}}$ adjacentes dans les deux cristaux qui forment la macle devraient être rigoureusement dans le même plan, tandis qu'en réalité ces faces font entre elles un angle de 6°40' ($\overline{2}, 4, \overline{5}, 4, 0, 1$). L'arrangement d'ailleurs n'est qu'approximatif, vu que

$$b^{\frac{1}{2}}b^{\frac{1}{2}} \text{ hém. } g^2 = 4°25'27''.$$

MORESNET (**).

Cristaux presque opaques, ayant 3 à 4 millimètres de dimension moyenne; ils sont implantés sur de la smithsonite; ils présentent l'une des combinaisons suivantes :

$$mh^1b^{\frac{1}{2}}e^1p, \qquad mh^1h^1b^{\frac{1}{2}}b^1pe^1e^{\frac{1}{2}},$$
$$mh^1a^3pb^{\frac{1}{2}}e^1e^{\frac{1}{2}}g^1, \qquad mh^1h^1g^1b^1b^{\frac{1}{2}}pe^1e^1e^{\frac{1}{2}}a_3.$$

Les macles se font tantôt avec m, tantôt avec g^2 comme plan de jonction. Voici la correspondance :

Angles	Calculés	Mesurés (Butt.)
mb^1	55°13'53''	55°29'
h^1a^5	68°26'27 '	68°27',5
$e^1b^{\frac{1}{2}}$	43°50'50''	43°51'
h^1a_3	27°29'55''	27°32'
e^1 ($b^{\frac{1}{2}}$ hém. m)	18°35'40''	18°33'
mm hém. m	54°28'20''	54°33'
mm hém. g^2	5°27'10''	5°26'
$b^{\frac{1}{2}}b^{\frac{1}{2}}$ hém. g^2	4°25'27''	4°25'

(*) Même projection que la précédente.

(**) Ces cristaux m'ont été communiqués par mon élève, M. H. Buttgenbach.

Note. — Dans le terrain carbonifère, Dumont cite la céruse : dans les filons ferrugineux (Marsinne, Lavoir), dans les amas couchés zincifères (Membach, Vogelsang) et dans le filon métallifère de Berneau.

Céruses bacillaires.

On peut établir comme règle que les céruses bacillaires du sol belge sont formées *d'éléments allongés suivant l'arête* mm, *maclés* d'après la loi habituelle des carbonates rhombiques. La direction de l'allongement est difficile à établir optiquement à cause de la forte biréfringence de la céruse et à cause de la macle persistant dans les aiguilles les plus minces; lorsqu'on parvient à obtenir une aiguille convenable, on constate que l'allongement est négatif. C'est géométriquement qu'il faut opérer pour déterminer l'orientation des cristaux : après des recherches souvent fort longues, on parvient à obtenir des aiguilles dans lesquelles on peut mesurer l'angle *mm* et quelquefois $mb^{\frac{1}{2}}$.

Cerfontaine. N° 3767 (28) (C. U.). On a pu mesurer *mm* = 62°31′, $mb^{\frac{1}{2}}$ = 35° à 36°. Les faces *m* sont miroitantes et striées horizontalement, d'une manière interrompue.

Rocheux. N° 6237 (49) (C. U.). Ici, plutôt qu'à un groupement bacillaire, on a affaire à des cristaux aciculaires, simples ou maclés, nettement constitués; ils sont allongés suivant l'arête *mm* et ont pour notation $mb^{\frac{1}{2}}e^{\frac{1}{2}}$.

Rocheux. N° 4969 (55) (C. U.). C'est la céruse nettement bacillaire, si commune dans toutes les collections, à éclat subnacré. Les aiguilles les plus minces paraissent presque opaques au microscope. Ici, il nous a été impossible de trouver des repères géométriques; mais la présence de la macle persistant dans les aiguilles les plus minces, le signe de l'allongement que l'on peut quelquefois déterminer, rendent certain que l'allongement se fait encore suivant l'arête verticale *mm*. Les faisceaux bacillaires paraissent assez souvent se couper sous un angle compris entre 77° et 81°.

Note. — Les cristaux bacillaires de Bleyberg sur sidérose, assez répandus dans les collections sous le nom de céruse, sont en réalité des cristaux de barytine.

B) CARBONATES HYDRATÉS.

AZURITE. $CuCO^3 + \frac{1}{2} Cu(OH)^2$.

Clinorhombique. Données pour le calcul des dimensions du prisme primitif :

a^1h^1 adj. = 45°4′

pa^1 adj. = 47°17′

$g^1b^{\frac{1}{3}}$ = 58°6′30″ (Des Cloizeaux, t. II, p. 190).

On en déduit :

$\log a = \bar{1},9278400$ $\quad a = 0,846915$

$\log c = \bar{1},9439706$ $\quad c = 0,878963$

$\beta = 87°39'$ $\quad mm$ ant. = 80°28′34″.

VISÉ.

$o^1pd^{\frac{1}{2}}e^{\frac{1}{2}}e^{\frac{3}{2}}$ et quelquefois m. N° 3790 (3) (C. U.). Petits cristaux très nets, mais à faces très rarement assez réfléchissantes pour fournir des images, même en prenant pour mire la flamme d'une bougie. Ils montrent une combinaison de formes déjà observée à Chessy et représentée par la figure 41 (*) : la large face triangulaire est o^1, face toujours sans éclat, présentant des dessins triangulaires isoscèles, à base parallèle à p, triangles qui dans o^1 antérieure ont leur sommet vers le bas. Les faces $e^{\frac{1}{2}}$ et p sont plus ou moins réfléchissantes. Le cristal figuré a à peine $\frac{1}{2}$ millimètre de dimension maxima; les cristaux de dimension plus considérable ne peuvent fournir aucune mesure : ces derniers sont formés

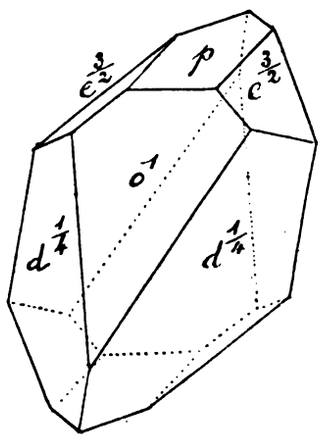


Fig. 41.

(*) Projection oblique sur h^1 : $c = 29$, $b = 33$, $a' = 20$, $x'y = 135°$.

par l'assemblage de petits cristaux joints à axes imparfaitement parallèles, ce qui rend p courbe, o^1 selliforme.

Angles	Calculés	Mesurés
$pe^{\frac{1}{3}}$	30°20'54"	30° à 31°
po^1	44°49'46"	45°
pm post.	91°47'37"	91°38'
$pd^{\frac{1}{4}}$ post.	111°45'55"	112° à 113°.

po^1. N° 218. Groupements flabelliformes, dont la figure 42 est une vue approximative. Les faces p sont étroites et assez brillantes, les o^1 sont ternes et presque toujours largement développées ($po^1 = 45°$). Une

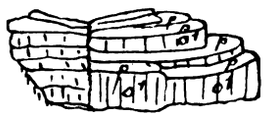


FIG. 42.

moitié du groupement paraît avoir subi, par rapport à l'autre, une rotation autour d'un axe situé dans g^1.

LEMBECQ (CHAMP-S^t-VÉRON).

pmo^1a^1. Avec malachite et quartz sur chalcopyrite. Beaux cristaux souvent groupés en sphères, quelquefois simples, mais agencés de façon qu'il est impossible d'extraire de l'échantillon autre chose que des fragments; comme, en outre, les cristaux à faces réfléchissantes sont très petits et que dans la zone ph^1 certaines incidences se répètent pour plusieurs couples de

faces (*), il est fort difficile d'orienter ces cristaux par rapport à ceux des autres localités. La figure 43 (**) représente un fragment montrant les faces p, m, a^1, o^1; la face o^1 est très développée, les m sont très étroites.

La figure 44 représente, en projection orthogonale sur $m = 110$, un très

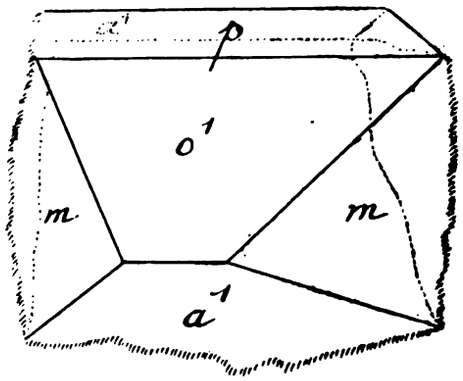


FIG. 43.

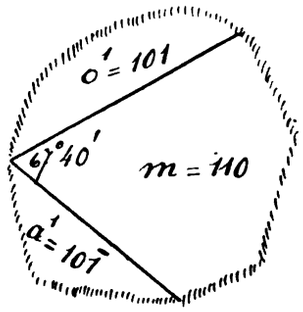


FIG. 44.

petit fragment ma^1o^1 qui a permis de mesurer certains angles avec exactitude; la face m y est très développée.

Dans un troisième fragment, on a observé la même combinaison avec a^1 prépondérante.

Angles	Calculés	Mesurés
$a^1_{10\bar{1}}o^1_{101}$	87°54'14"	87°43' à 87°30'
po^1	44°49'46"	45°
pa^1	47°17'	46°50'
mo^1	55°56'59"	56°8'
$m_{110}a^1_{10\bar{1}}$	57°23'5"	57°27' à 57°30'.

(*) Ainsi : $ph^1 = 87°39'$, $o^1a^1_{inf.} = 87°52'$, $o^{\frac{1}{2}}a^{\frac{1}{3}}_{inf.} = 86°33'$, $o^{\frac{1}{2}}a^{\frac{1}{3}} = 88°43'$, $a^1h^1 = 45°4'$; $po^1 = 44°51'$, etc.

(**) Projection oblique sur h^1 : $c = 29$, $b = 33$, $a' = 20$, $x'y = 135°$.

MALACHITE. $CuCO^3 + Cu(OH)^2$.

Clinorhombique. Données pour le calcul des dimensions du primitif :

mm ant. $= 75°40'$

$ph^1 = \beta = 61°30'$

$a^{\frac{3}{4}}h^4$ adj. $= 81°17'$. (Des Cloizeaux, t. II, p. 186.)

On en déduit :

$\log a = \overline{1},9449431 \qquad a = 0,880933$

$\log c = \overline{1},6033368 \qquad c = 0,401178.$

Les malachites du sol belge sont toutes aciculaires : cristaux très minces et de petite longueur. On peut poser comme règle que les aiguilles sont allongées suivant l'arête verticale du prisme qui a été choisi pour primitif; *elles sont toujours maclées* avec h^1 pour plan de jonction; les aiguilles les plus minces présentent une ou plusieurs fois la macle. Ordinairement elles sont formées par le prisme m et terminées quelquefois par le clivage p.

Au microscope, chaque aiguille, appuyée par une face m sur le porte-objet, représente une lame limitée par deux faces parallèles m appartenant chacune à l'un des cristaux qui forment la macle; comme les ellipses de section de ces lames ne sont ni parallèles ni croisées, quelle que soit la position de la platine, la lumière émergente n'est pas polarisée rectilignement, et l'on ne peut par conséquent obtenir d'extinction. La malachite provient de l'altération de la chalcopyrite, mais la présence de la calcite ne paraît pas étrangère à sa formation.

Argenteau. N° 1273 (12) (C. U.). Beaux petits groupes d'aiguilles formant des sphères; au microscope, en lumière naturelle, ces aiguilles sont transparentes et à peine teintées en vert; on rencontre assez souvent des aiguilles terminées par l'angle rentrant pp hémitrope, appuyées sur le porte-objet par une face m et ne s'éteignant donc pas, en général, entre les nicols croisés, pendant la rotation de la platine. Dans une de ces aiguilles, cependant,

nous avons pu observer l'angle d'extinction à travers m : l'un des cristaux formant la macle étant beaucoup plus développé que l'autre, la lumière ne traversait que le grand cristal à travers deux faces m; l'angle d'extinction, mesuré à partir de la verticale, a été trouvé de 17°. On peut vérifier cet angle par le calcul, en partant des données de M. Des Cloizeaux (t. II, pp. 187 et 188) :

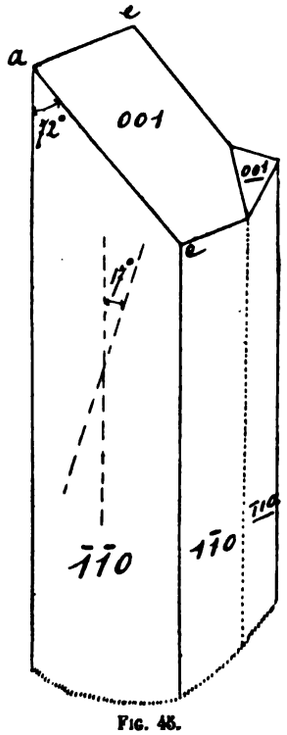


FIG. 45.

P.A.O $= g^1$. Biss. négative faisant avec la verticale un angle $\lambda = 23°30'$, l'extrémité supérieure s'inclinant vers le spectateur, $V = 22°$, $\alpha = mg^1 = 52°10'$. En posant

$$\operatorname{tg} \varphi = \operatorname{tg} (\lambda - V) \cos \alpha$$

$$\operatorname{tg} \varphi' = \operatorname{tg} (\lambda + V) \cos \alpha,$$

on obtient pour l'angle d'extinction demandé

$$x = \frac{\varphi + \varphi'}{2} = 16°26'44''.$$

L'aiguille dont nous venons de parler est représentée par la figure 45 en projection oblique sur g^1 (*).

Dans le même cristal on a mesuré au microscope l'angle aigu de la face m, angle qui a été trouvé de 71° (calculé : 71°49'7'').

Visé. N° 4978 (11) (C. U.). Ce sont les plus gros cristaux que nous ayons rencontrés en Belgique : à la loupe, on aperçoit nettement les faces m et la macle ordinaire; on peut aussi y reconnaître la terminaison pa^m des cristaux de Siegen, mais aucune mesure n'a été possible.

Theux. N° 3779 (5) (C. U.). Même forme, même direction d'allongement et même macle qu'à Argenteau, avec moins de netteté dans les formes. Sur

(*) $a = 25$, $b' = 20$, $y'\bar{x} = 50°$.

la malachite sont venus se déposer des cristaux très nets de calcite, très petits, isolés, terminés dans tous les sens, ayant pour notation $d^2b^1pe^1e^2$, avec un développement pondéré de toutes les faces.

Viel-Salm. Même direction d'allongement et mêmes macles.

Note. Dumont cite la malachite :

Dans deux ou trois bancs de psammite grisâtre, près de Henne (route de Liége à Chaudfontaine). « Elle est disséminée dans ces bancs sous forme » pulvérulente, et gît dans les fissures, où elle est tantôt en petites étoiles » composées d'aiguilles très déliées, divergentes et dont le diamètre (*) ne » dépasse guère deux millimètres, tantôt en petites taches rondes ou en » petits mamelons. Sa couleur est le vert pur plus ou moins foncé. »

A Huy, dans les psammites.

A Pepinster, sur la chalcopyrite disséminée dans des veines de calcite laminaire.

HYDROZINCITE.

Amorphe.

Analyse de l'hydrozincite du Bleyberg. N° 9844 (2) (C. U.). — Cet échantillon, desséché au préalable en présence de l'acide sulfurique concentré, a été soumis à l'analyse en opérant comme il suit : La matière, contenue dans une nacelle en porcelaine, était introduite dans un tube en verre traversé par un lent courant d'air sec et pur; en chauffant la nacelle sur un bec Bunsen, la décomposition était complète; on retenait la vapeur d'eau et l'anhydride carbonique dégagés par un tube contenant de la pierre ponce sulfurique, puis par deux tubes à potasse caustique (**). Pendant le chauffage, entraîné par le courant d'air, il vient se déposer sur le tube, près de la nacelle, un enduit blanc cristallin, en aiguilles, qui est du chlorure de plomb; on a dissous cet enduit dans l'eau chaude et pesé le résidu obtenu par évaporation. La matière qui reste dans la nacelle, dissoute dans

(*) Le diamètre des étoiles, bien entendu.

(**) Lorsque l'opération est bien conduite, le second tube à potasse ne change pas de poids.

l'acide nitrique, a été analysée par les méthodes habituelles. Voici le résultat :

	En poids	En molécules
H^2O	11,31	1
CO^2	16,90	0,6113
ZnO	72,41	1,4227
Fe^2O^3	0,42	0,0042
PbO	0,36	0,0026
$PbCl^2$	0,51	0,0029

ce qui donne :

$H^2O - 1$ $\quad CO^2 - 0,6113$ $\quad RO$ (*) $- 1,4291$.

Si l'on suppose, à cause de la presque égalité des nombres exprimant les quantités moléculaires de PbO et de $PbCl^2$, que le plomb soit mélangé au minéral à l'état d'oxychlorure (**), on obtient

$$0,6113.\ ZnCO^3 + 0,8152\ Zn(OH)^2 + 0,1848\ H^2O,$$

c'est-à-dire

$$ZnCO^3 + \frac{4}{3} Zn(OH)^2 + 0,3\ H^2O.$$

AURICHALCITE. $(Zn, Cu)CO^3 + \frac{3}{2}(Zn, Cu)(OH)^2$.

Orthorhombique. Donnée de départ pour le calcul de la hauteur du primitif :

$$pe^1 = 71°.$$

On en déduit

$$\log c = 0,9401494 \qquad c = 8,71263.$$

Rencontrée par M. de Koninck à Flemalle (*Ann. de la Soc. géol. de*

(*) En supposant le fer à l'état ferreux.

(**) La formule resterait sensiblement la même si l'on supposait le plomb à l'état de phosgénite : $PbCO^3 + PbCl^2$.

Belg., t. III, *Bull.*, p. LXXV). Masses bleu clair, à éclat nacré. L'examen microscopique montre qu'elles doivent être rapportées au système orthorhombique avec une tendance à l'hémiédrie pyramidale. La forme de la lamelle est rarement rectangulaire, avec biseaux sur les longs côtés; *ces rectangles s'éteignent suivant leurs côtés;* il existe un clivage *unique* parallèle au plan d'aplatissement de la lamelle. Les formes des lamelles d'aurichalcite sont représentées par les figures 46, 47 et 48; nous prenons pour h^1 le plan du clivage. La direction d'allongement des lamelles rectangulaires est *positive;*

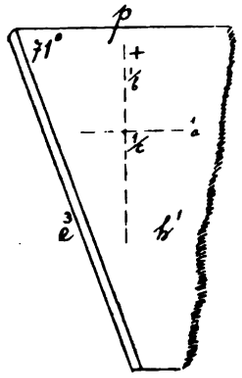


FIG. 46.

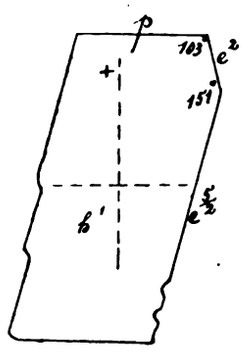


FIG. 47.

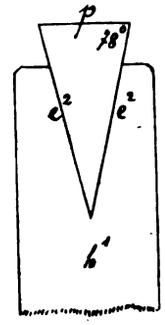


Fig. 48.

il existe toujours une face normale à cette direction, face que nous prenons pour p; la direction ph^1 se reconnaît donc à ce qu'elle est négative. En général, les sections ont l'aspect clinorhombique, à cause de l'absence du plan de symétrie parallèle à p; ainsi, dans la figure 48, l'angle de 151° devrait être de 154° pour correspondre à 103° dans l'orthorhombique; mais la direction d'extinction, toujours dirigée suivant p, indique ou bien que les mesures angulaires sont plus ou moins fautives, ou bien que l'on se trouve dans un groupe caractérisé par des formes différentes existant aux extrémités de l'axe vertical. Cette dernière hypothèse nous semble plus probable, parce que l'arrangement que l'on aperçoit dans la lamelle représentée par la figure 46, et surtout celui de la figure 48, indiquent une tendance pyramidale manifeste.

Dana indique dubitativement (p. 298) le système clinorhombique pour

l'aurichalcite; nous nous sommes assuré que la buratite de Campiglia présente les mêmes apparences, le même signe et la même biréfringence que celle de Flémalle. Nous reviendrons sur ce point dans un autre travail.

Pour obtenir des notations simples, il a fallu recourir à un prisme primitif beaucoup plus haut que ceux que l'on adopte habituellement; en notant e^3 la face (*) de la figure 46, on trouve que les autres faces observées sont e^2 et $e^{\frac{5}{3}}$:

Angles	Calculés	Mesurés
pe^3	71°	71°
pe^2	77°4′	77° à 78°
$e^3e^{\frac{5}{3}}$	28°56′,5	29°

On rencontre souvent des contours arrondis.

Biréfringence de la face h^1. En employant la lumière convergente, on voit que le plan des axes optiques est parallèle à p, et que celle des bissectrices qui est perpendiculaire au clivage coïncide avec l'axe $\frac{1}{c}$ de l'ellipsoïde inverse. La biréfringence du clivage h^1 a été déterminée dans deux lames :

	e	$\mathfrak{R}$	$\frac{1}{b}-\frac{1}{a}=n_m-n_p$
1re lame	2,8	38,98	14
2de lame	3,6	42,27	12.

(*) Il s'agit ici des faces réelles ou virtuelles, normales au plan du dessin, qui déterminent le contour.

INDEX

Pages.

Méthode employée pour le dessin 5
Systèmes d'axes coördonnés employés 5

PHOSPHATES.

Apatite. — Salm-Château 9
Pyromorphite. — Velaine 13
La Rochette 14
Longwilly 14
Monazite. — Nil-Saint-Vincent 14
Hopéite. — Moresnet 18
Koninckite. — Richelle 20
Vivianite. 21
Reproduction de la vivianite 22
Chalcolite. — Viel-Salm 22
Libéthénite. — Viel-Salm 23
Pseudomalachite. — Viel-Salm 25
Delvauxine pseudomorphe de gypse. 27
Wavellite. — Arbrefontaine 28
Bihain 31
Viel-Salm 31
Destinézite. — Argenteau 31
Mode de formation de la Destinézite. 32
Diadochite. — Vedrin 33
Richellite. — Richelle 34

SULFATES.

Barytine. — Olloy 36
Vierves. 36, 37, 44
Engihoul 36

Pages.

Rumelange 36, 39, 43
Prayon. 36, 38, 43, 46
Villers-en-Fagne. 37
Grandglise 37
Fleurus 38, 42
Ferme-Fanné. 39
Rocheux 40
Lambermont 41
Hornu 45
Bouffioulx 47
Barytine en enduit. — Chaudfontaine 49
Barytine aciculaire. — Bleyberg 50
Barytines crêtées. — Prayon 50
Villers-en-Fagne 53
Angleur. 53
Barytine zonaire. — Chaudfontaine 54
Barytine pseudomorphe de calcite. — Villers-en-Fagne 54
Anglésite. — Corphalie 55
Rocheux 55
Gypse. — Hermalle-sous-Huy 58
Halanzy 58
Henis 61
Gypse en enduit. — Moresnet 62
Hermalle 62
Gypse fibreux. — Diekirch 62
Gypse lenticulaire. — Marne de Grand-Cour 63
Halotrichite. — Loyable 65
Langite. — Viel-Salm 66

CARBONATES.

Calcite. — Tableau des formes observées 68
Chokier. 70
Visé 74
Engis 77
Mont-Saint-Martin 80

Pages.

Arquennes. 82
Moresnet 84
Les Écaussines 85
Roly. 87
Marneffe 88
Saint-Marc 90
Grand-Cour 91
Rhisnes. 92
Seilles 92
Villers-en-Fagne. 93
Blaton 93
Angleur 93
Comblain 93
Landelies 93
Calcite fistulaire. — Tilff. 94
Calcite bacillaire. — Corphalie. 94
Appendice. 95
Dolomie. — Visé 97
Micheroux. 97
Rhisnes. 97
Prayon 97
Trois-Ponts 97
Sidérose 98
Diallogite. — Rahier 98
Smithsonite. — Moresnet 99
Aragonite. — Henne 101
Long-Pré 109
Oteppe. 114
Lovegnée. 114
Aragonite en enduit 114
Céruse. — Formes observées 115
Bleyberg 116
Angleur 117
Welkenraedt. 118
Rocheux 119
Longwilly. 120
Moresnet 122

Pages.

Céruse bacillaire. — Cerfontaine 123
Rocheux 123
Azurite. — Visé. 124
Lembecq 125
Malachite. — Argenteau 127
Visé 128
Theux 128
Viel-Salm 129
Hydrozincite. — Bleyberg 129
Aurichalcite. — Flémalle 130

ERRATA

Page 28, ligne 14, au lieu de $e_2 b$, lisez $e_2 b^{\frac{1}{2}}$.

Page 69 (3e colonne), ligne 17, après $e^{\frac{5}{7}}$, ajoutez $e^{\frac{3}{5}} = 807$.

Page 69 (3e colonne), ligne 19, au lieu de $e^{\frac{1}{2}}$, lisez $e^{\frac{4}{7}}$.

Page 74, ligne 12, au lieu de VISE, lisez VISÉ.

Page 94, dernière ligne, au lieu de 37°5, lisez 37°,5.

Page 100, ligne 3 en montant, au lieu de $e^{\frac{13}{2}}$, lisez $e_{\frac{13}{2}}$.

Page 102, ligne 11, au lieu de 11,15.0, lisez 11.15.0.

SUR

QUELQUES PROPRIÉTÉS DES POLYÈDRES NON CENTRÉS

SUPERPOSABLES A LEUR IMAGE

PAR

G. CESÀRO

CORRESPONDANT DE L'ACADÉMIE
PROFESSEUR A L'UNIVERSITÉ DE LIÉGE

(Présenté à la Classe des sciences dans la séance du 11 mai 1897.)

SUR

QUELQUES PROPRIÉTÉS DES POLYÈDRES NON CENTRÉS

SUPERPOSABLES A LEUR IMAGE

Si l'on parcourt le tableau I de mon récent mémoire : *Des polyèdres superposables à leur image* (*), on s'aperçoit que :

1° *Un polyèdre non centré ne possède, dans un même ordre, qu'*UNE *ou* DEUX *espèces d'axes inverses simples;*

2° *Un polyèdre non centré ne possède qu'*UN *ou* DEUX *ordres d'axes inverses.*

On sait que pour les axes directs il en est autrement, le nombre d'espèces d'axes du même ordre pouvant monter à *trois*, ainsi que le nombre d'ordres différents (**).

Dans cette note, je me propose de démontrer directement les propositions énoncées ci-dessus, en établissant pour les axes inverses une relation analogue à celle que j'ai établie pour les axes directs (***). Seulement, cette équation, qui est si féconde dans le cas des axes directs, car elle permet d'en chercher toutes les combinaisons possibles dans les polyèdres (IV), devient une identité lorsqu'il s'agit d'axes inverses, après avoir donné les deux propriétés ci-dessus.

La méthode paraît donc absolument inféconde en ce qui concerne la recherche de toutes les classes possibles de polyèdres superposables à leur

(*) *Mém. de l'Acad. roy. de Belg.*, 1896, t. LIII, p. 35.

(**) *Des polyèdres qui peuvent occuper dans l'espace plusieurs positions identiques en apparence* (MÉM. COUR. ET MÉM. SAV. ÉTR., 1893, t. LIII, th. X et XI, pp. 15 et 16).

(***) *Ibidem*, th. VIII et IX, pp. 13 et 14.

(IV) *Ibidem*, th. XII, XIII et XIV, pp. 17 à 21.

image. Cependant, en y ajoutant la méthode de combinaison des axes par le triangle d'Euler (*a priori*, et non *a posteriori*, comme il a été fait pour les axes directs), je suis parvenu à déterminer, plus simplement que je ne l'ai fait dans le mémoire cité ci-dessus, les différentes classes de polyèdres superposables à leur image.

Pour bien dégager ce qu'il y a de nouveau dans cette note, et pour éviter les redites, je la donne comme un appendice à mon mémoire : *Des polyèdres superposables à leur image*, en laissant, au moins pour le moment, au lecteur le soin de réunir les deux notes de manière à en éliminer les théorèmes inutiles pour le but que l'on se propose.

THÉORÈME I.

Si un polyèdre non centré possède N' *axes* $A_{-2n'}$, $P'A_{-2p'}$, $Q'A_{-2q'}$, *etc., on a*

$$N'n' + P'p' + Q'q' + \cdots = \nu,$$

en désignant par ν *le nombre de positions identiques en apparence que le polyèdre peut occuper dans l'espace.*

Soit $\mathfrak{L}$ le polyèdre, $\mathfrak{L}'$ son symétrique pris par rapport à son centre de gravité. Il est d'abord évident que $\mathfrak{L}$ peut être amené en une autre *position quelconque* $\mathfrak{L}'$ d'un certain nombre de manières, qui est précisément ν (*).

Mais nous pouvons trouver ce nombre de manières par une autre méthode : Faisons tourner $\mathfrak{L}$ autour d'un $A_{-2n'}$ successivement d'angles égaux à $\frac{\pi}{n'}$; après la première rotation, $\mathfrak{L}$ vient en $\mathfrak{L}'$; après la deuxième, il vient prendre une position identique en apparence à $\mathfrak{L}$ (**); après la troisième, il vient coïncider de nouveau avec $\mathfrak{L}'$, et ainsi de suite; ainsi, par rotation autour du $A_{-2n'}$ considéré, nous pouvons amener $\mathfrak{L}$ sur $\mathfrak{L}'$ de n' manières *distinctes*. On verrait de même qu'il y a p' manières différentes d'amener $\mathfrak{L}$ sur $\mathfrak{L}'$ par

(*) Pourvu que $\mathfrak{L}$ ne coïncide pas avec $\mathfrak{L}'$. Voir, par exemple, *Les macles* (MÉM. COUR. ET MÉM. SAV. ÉTR., 1893, p. 7).

(**) *Des polyèdres superposables à leur image* (IBID., 1896, p. 15, cor. II).

rotation autour d'un $A_{-2p'}$, etc. Il est d'ailleurs évident : 1° qu'en opérant ainsi, on obtient toutes les manières possibles (car s'il existait une autre manière, dans celle-ci la rotation devant avoir lieu autour d'un axe différent de ceux que l'on a considérés, on aurait négligé un axe inverse); 2° que toutes les manières obtenues sont *différentes* entre elles. Donc, on peut amener $\mathfrak{X}$ en $\mathfrak{X}'$ d'un certain nombre de manières représenté par $N'n' + P'p' + Q'q' + \cdots$.

Il suit de ce qui précède que

$$N'n' + P'p' + Q'q' + \cdots = \nu. \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (1)$$

COROLLAIRE. — *Le nombre total d'axes inverses d'un polyèdre égale l'unité plus la somme des produits obtenus en multipliant le nombre d'axes* SIMPLEMENT DIRECTS *d'un certain ordre par cet ordre diminué d'une unité.*

Soit, en effet,

$$NA^n, \quad PA^p, \quad \ldots, \quad N'A^{n'}_{-2n'}, \quad P'A^{p'}_{-2p'}, \quad \ldots$$

le symbole de symétrie d'un polyèdre. On a (*)

$$\nu = 1 + N(n-1) + P(p-1) + \cdots + N'(n'-1) + P'(p'-1). \quad . \quad . \quad . \quad (2)$$

En comparant (1) et (2), on obtient

$$N' + P' + Q' + \cdots = 1 + N(n-1) + P(p-1) + Q(q-1) + \cdots,$$

ce qui démontre la proposition.

Cette relation remarquable, qui se passe entre le nombre d'axes inverses et le nombre d'axes simplement directs possédés par un polyèdre, peut aussi s'énoncer :

Le nombre total d'axes inverses d'un polyèdre égale le nombre de positions identiques en apparence que le polyèdre pourrait occuper dans l'espace, s'il ne possédait que ses axes simplement directs.

(*) *Des polyèdres qui peuvent occuper, etc.* (MÉM. COUR. ET MÉM. SAV. ÉTR., 1893, p. 14, th. IX).

THÉORÈME II.

*Dans un même ordre, un polyèdre ne peut posséder qu'*UNE *ou* DEUX *espèces d'axes inverses.*

Il ne peut exister DEUX *espèces d'axes inverses du même ordre que si le polyèdre ne possède qu'*UN *seul ordre d'axes inverses.*

En effet : Soit $2N'$ le nombre total de $\lambda^{n'}_{-2n'}$ et $k_{n'}$ le nombre d'espèces existant dans l'ordre considéré; on sait qu'il y aura $\frac{2N'}{k_{n'}}$ axes de chaque espèce et que, en outre (*),

$$\nu = \frac{2N'n'}{k_{n'}} = \frac{2P'p'}{k_{p'}} = \cdots \quad (3)$$

La relation (3) combinée à (1) donne

$$\frac{2N'n'}{k_{n'}} = N'n' + P'p' + Q'q' + \cdots$$

ou bien

$$N'n'\left(\frac{2}{k_{n'}} - 1\right) = P'p' + Q'q' + \cdots$$

Comme le second membre est positif ou nul, on doit avoir $k_{n'} \leq 2$ et, par conséquent,

$$k_{n'} = 1 \text{ ou } 2.$$

La valeur $k_{n'} = 2$ n'est obtenue que si $P' = 0$, $Q' = 0$, etc., c'est-à-dire que s'il n'existe qu'un seul ordre d'axes inverses (**).

(*) *Des polyèdres qui peuvent occuper, etc.* (LOC. CIT., pp. 13 et 14, th. VIII et corollaire). La démonstration du théorème VIII subsiste évidemment pour $n = 1$, c'est-à-dire si, au lieu de considérer des axes de symétrie, on envisageait des *directions quelconques de même espèce;* le théorème peut donc être appliqué au cas des axes binaires inverses, qui représentent dans le polyèdre des axes directs d'ordre 1, les axes de même espèce représentant des directions de même espèce. S'il existe dans le polyèdre $2L$ axes λ^1_{-2}, de k espèces différentes, il y en aura $\frac{2L}{k}$ de chaque espèce et $\nu = \frac{2L}{k}$.

(**) Encore plus : dans ce cas, la valeur $k_{n'} = 2$ est la seule possible, c'est-à-dire que *dans un polyèdre ne possédant qu'un seul ordre d'axes inverses, ces axes sont nécessairement de deux espèces différentes.*

THÉORÈME III.

Un polyèdre ne peut posséder plus de DEUX *ordres d'axes inverses de symétrie.*

Si x est le nombre d'ordres d'axes inverses, on a

$$\frac{2N'n'}{k_{n'}} + \frac{2P'p'}{k_{p'}} + \frac{2Q'q'}{k_{q'}} + \cdots = x\nu = N'n'x + P'p'x + Q'q'x + \cdots \quad (4)$$

Les deux membres de cette relation ont le même nombre de termes; les multiplicateurs de $N'n'$, $P'p'$, etc., dans le premier membre, étant *tout au plus* égaux à 2, l'égalité deviendrait impossible, si x dépassait 2. Donc :

$$x = 1 \text{ ou } 2.$$

COROLLAIRE. — De ce qui précède il suit que les polyèdres non centrés superposables à leur image peuvent être rangés en deux catégories :

a) *Polyèdres possédant* UN SEUL ORDRE *d'axes inverses, de* DEUX ESPÈCES *différentes.*

b) *Polyèdres possédant* DEUX ORDRES *d'axes inverses, les axes étant* DE MÊME ESPÈCE *dans chaque ordre.*

En effet, pour $x = 1$, la relation (4) devient $k_{n'} = 2$; pour $x = 2$, la même relation donne

$$\frac{2N'n'}{k_{n'}} + \frac{2P'p'}{k_{p'}} = 2N'n' + 2P'p',$$

ce qui exige $k_{n'} = k_{p'} = 1$ (*).

(*) Comme je l'ai dit en commençant, la relation (4), après avoir donné les propriétés relatives au nombre d'espèces et d'ordres possibles, se transforme en une identité, tandis que son analogue, relative aux axes directs, permet de chercher toutes les classes possibles de *polyèdres qui peuvent occuper dans l'espace plusieurs positions identiques en apparence* [LOC. CIT., pp. 16, 17 et suivantes, équation (*c*)].

RECHERCHE DE TOUTES LES CLASSES POSSIBLES DE POLYÈDRES NON CENTRÉS SUPERPOSABLES A LEUR IMAGE.

Quel que soit le polyèdre superposable à son image, on peut le ranger dans une des catégories suivantes :

1° *Polyèdres possédant plusieurs* Λ^n_{-2n} *multiples ;*

2° *Polyèdres possédant un seul* Λ^n_{-2n} *multiple et des* Λ^1_{-2} ;

3° *Polyèdres possédant un seul* Λ^n_{-2n} *multiple, mais pas de* Λ^1_{-2} ;

4° *Polyèdres ne possédant que des* Λ^1_{-2}.

1° Polyèdres possédant plusieurs Λ^n_{-2n} multiples.

Théorème. — *Il ne peut exister de polyèdre ayant plusieurs axes multiples inverses et ne possédant pas de plan de symétrie. La seule combinaison pouvant exister avec plusieurs* Λ^n_{-2n} *multiples est :*

$$3(\lambda\lambda)^2_{-4}, \quad 4(\lambda\lambda')^3, \quad 6(\lambda\lambda)^1_{-2}.$$

Soient A et B (fig. 1) les pôles de deux *axes multiples inverses,* Λ^n_{-2n}, $\Lambda^p_{-2p}(n, p \geq 2)$, choisis de manière que la distance AB soit *la plus petite possible* (*). Leur combinaison, par le triangle d'Euler, donne en C le pôle d'un axe direct (**) Λ^q, que je dis être un axe *ternaire.*

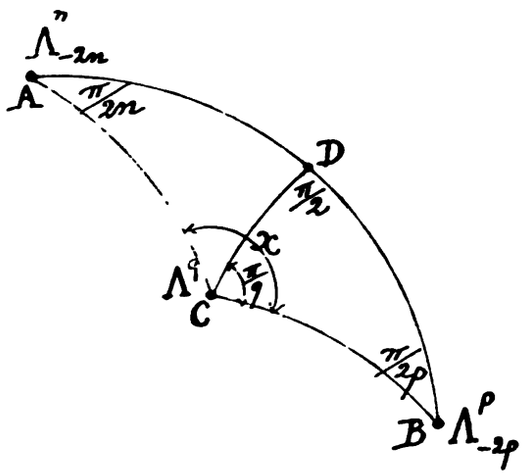


Fig. 1.

En effet, l'angle ACB, que nous désignons par x, étant la moitié de l'angle de la rotation résultante, doit avoir une des valeurs suivantes :

$$\frac{\pi}{q}, \quad \frac{2\pi}{q}, \quad \frac{3\pi}{q}, \quad \ldots, \quad \frac{(q-1)\pi}{q};$$

(*) Et naturellement $\leq \frac{\pi}{2}$.

(**) *Des polyèdres superposables à leur image* (loc. cit., p. 19, th. VII).

or, si nous écrivons que la somme des angles du triangle ABC est plus grande que deux droits, il vient

$$x > \pi\left(1 - \frac{1}{2n} - \frac{1}{2p}\right).$$

La plus petite valeur du second membre, correspondant aux plus petites valeurs de n et de $p(n = 2, p = 2)$, étant $\frac{\pi}{2}$, il s'ensuit que

$$x > \frac{\pi}{2}.$$

Il suit de là : 1° que A^q est un axe multiple, 2° que, comme $\frac{\pi}{q}$ est aigu, x ne peut être qu'un multiple de $\frac{\pi}{q}$. Si donc on compose A^p_{-2p} et A^q, en faisant l'angle BCD égal à $\frac{\pi}{q}$, l'arc CD sera nécessairement placé entre CA et CB, et le pôle D de l'axe inverse résultant (*) sera le pôle d'un A^1_{-2}, étant donnée la façon dont les points A et B ont été choisis (**). Enfin, observons que dans le triangle BCD, comme l'angle $\frac{\pi}{2p}$ est tout au plus $\frac{\pi}{4}$ et que, par conséquent, la somme des angles B et D vaut tout au plus $\frac{3\pi}{4}$, le troisième angle DCB doit être plus grand que $\frac{\pi}{4}$; il s'ensuit que $q < 4$ et, par conséquent, $q = 3$. Ainsi A^q est un axe *ternaire*.

Démontrons à présent que les axes A et B sont des axes quaternaires inverses, c'est-à-dire que $n = p = 2$.

D'abord il est évident que le point D est le milieu de l'arc AB; car si l'on avait, par exemple, DB < DA, une rotation de 180° autour de D, du point B, entraînerait entre A et D l'existence du pôle d'un axe multiple, ce qui est impossible. Le triangle ACB est donc isoscèle; les axes A et B sont du même ordre et, en outre,

$$\text{DCB} = \text{DCA} = \frac{\pi}{3}.$$

(*) *Des polyèdres superposables à leur image* (LOC. CIT., p. 19, th. VII).

(**) Ce qui démontre la première partie du théorème.

Enfin, le triangle BCD donne

$$\frac{\pi}{2p} + \frac{\pi}{2} + \frac{\pi}{3} > \pi;$$

d'où

$$p < 3,$$

et, par conséquent,

$$p = 2.$$

Ainsi, la seule combinaison possible comprenant plusieurs axes multiples inverses est définie par un triangle isoscèle ayant aux extrémités de sa base les pôles de deux A^2_{-4} et, en son sommet, le pôle d'un A^3; les angles à la base sont de 45° et l'angle au sommet de 120°. Comme il résulte de là que AB = 90°, pour construire le triangle dont il s'agit, il suffit de tracer les hauteurs d'un triangle trirectangle ABH (fig. 2); le triangle ABC demandé présente en A et B les pôles de deux A^2_{-4}, en C le pôle d'un A^3.

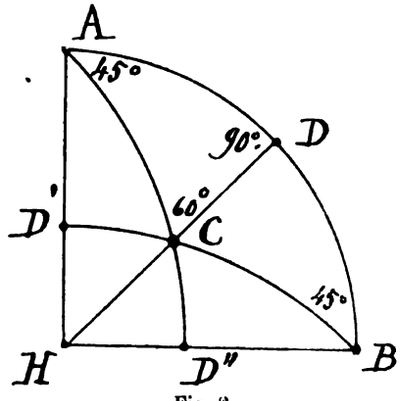


Fig. 2.

La présence de ce A^3 amène en H un troisième A^2_{-4}, en D', D'' des A^1_{-2}, etc.; on arrive ainsi à la combinaison

$$3A^2_{-4},\quad 4A^3,\quad 6A^1_{-2}.$$

Il nous reste, à présent, à chercher si les axes obtenus sont bien tous les axes que comporte la combinaison. Nous allons démontrer d'abord qu'il ne peut exister d'autre axe inverse, ensuite qu'il ne peut exister d'autre axe direct.

1° Il ne peut exister d'autre axe *inverse multiple,* dont le pôle, situé à l'intérieur du triangle ABH ou sur ses côtés, serait évidemment plus rapproché d'un A^2_{-4} que deux A^2_{-4} le sont entre eux, ce qui est contraire à l'hypothèse.

Comme il n'existe que 3 A^2_{-4} et que ces axes sont *isopolaires,* vu que le polyèdre comporte *deux ordres* d'axes inverses, on a $\nu = 12$; on en conclut que les 6 axes binaires inverses obtenus (aussi isopolaires) sont les seuls qui existent dans la combinaison.

2° On a vu que

$$N' + P' + \cdots = 1 + N(n-1) + P(p-1) + \cdots (*)$$

et, dans notre cas,

$$N(n-1) + P(p-1) + \cdots = 8;$$

comme la quantité $N(n-1)$ égale 8 pour les 4 Λ^3, il est évident qu'il ne peut exister d'autres axes directs.

Quant aux 8 λ^3, à cause de $\nu = 12$, il doit y en avoir 4 d'une espèce, 4 d'une autre ; par des rotations de 180° autour des Λ^2_{-4}, il est facile de voir que ces 8 axes simples constituent 4 axes hétéropolaires ; si l'on considère la sphère partagée en deux par un plan normal à un Λ^2_{-4}, dans un hémisphère se trouvent deux pôles λ^3 croisés avec deux pôles λ'^3.

2° Polyèdres possédant un seul axe multiple inverse et des axes binaires inverses.

Soit A (fig. 3) le pôle de l'axe inverse multiple Λ^p_{-2p}, B le pôle d'un Λ^1_{-2}. Leur composition donne en C le pôle d'un axe direct évidemment *binaire*, car, s'il était multiple, il existerait plusieurs Λ^p_{-2p} autour de lui. Donc A est le pôle du cercle BC, et les axes Λ^1_{-2} et Λ^2 font entre eux un angle $\frac{\pi}{2p}$. On obtient ainsi la combinaison suivante :

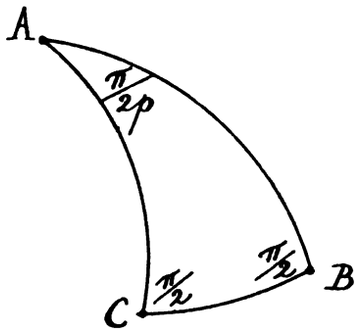


Fig. 3.

Un Λ^p_{-2p} *normal à un plan qui contient* $p\Lambda^2$ *faisant entre eux des angles* $\frac{\pi}{p}$ *et* $p\Lambda^1_{-2}$ *bisséquant les angles faits par les* Λ^2. Comme il existe *deux ordres d'axes inverses*, ceux-ci sont nécessairement isopolaires et l'on a

$$(\lambda\lambda)^p_{-2p}, \quad p(\lambda\lambda)^1_{-2};$$

en outre, comme *du premier symbole* on tire $\nu = 2p$, les $2p$ axes binaires

(*) Th. I, corollaire.

directs doivent être de deux espèces différentes, de sorte que l'on obtient le symbole

$$(\lambda\lambda)^{p}_{-2p}, \quad p(\lambda\lambda)^{1}_{-2}, \quad p\lambda^{2}, \quad p\lambda'^{2}.$$

Il reste à faire voir que les axes obtenus par la construction précédente sont les seuls possibles dans la combinaison.

En effet : 1° A cause de $\nu = 2p$, il ne peut exister d'autres axes binaires inverses; 2° A cause de l'égalité

$$N' + P' = 1 + N(n-1) + P(p-1) + \cdots,$$

il ne peut exister d'autres axes simplement directs que les $p\Lambda^2$ obtenus.

Il est facile de voir que :

Si $p = 2n + 1$, les axes binaires composés sont de même espèce et hétéropolaires. La combinaison (fig. 4) a, dans ce cas, pour symbole

$$(\lambda\lambda)^{2n+1}_{-2(2n+1)}, \quad (2n+1)(\lambda\lambda)^{1}_{-2}, \quad (2n+1)(\lambda\lambda')^{1}.$$

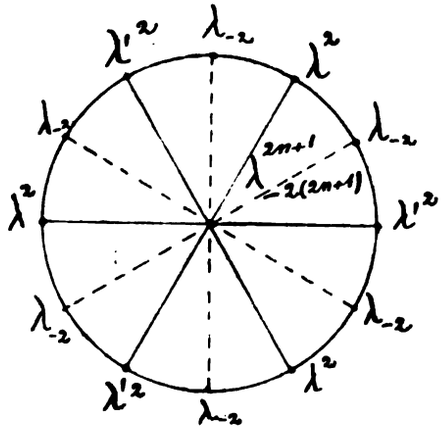


Fig. 4.

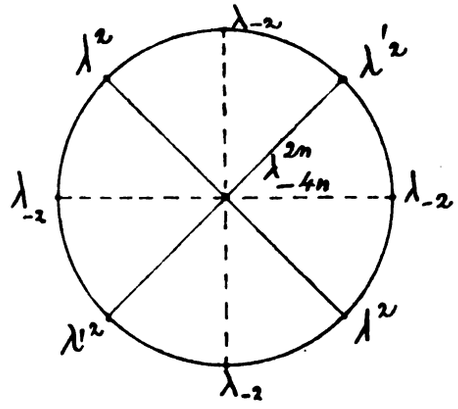


Fig. 5.

Si $p = 2n$, les axes binaires sont isopolaires et de deux espèces différentes. La combinaison a pour symbole (fig. 5)

$$(\lambda\lambda)^{2n}_{-4n}, \quad 2n(\lambda\lambda)^{1}_{-2}, \quad n(\lambda\lambda)^{2}, \quad n(\lambda'\lambda')^{2}.$$

3° Polyèdres possédant un seul axe inverse multiple, mais pas de A^1_{-2}.

Il ne peut exister d'axe simplement direct, qui, composé avec l'axe inverse, donnerait un second axe inverse. Comme il n'existe qu'un seul ordre d'axes inverses, l'axe doit être nécessairement hétéropolaire. Le symbole de symétrie est donc

$$(\lambda\lambda')^p_{-2p}.$$

Il est facile de voir que suivant que l'on a affaire à

$$(\lambda\lambda')^{2n+1}_{-2(2n+1)}$$

ou à

$$(\lambda\lambda')^{2n}_{-4n},$$

il *existe* ou il *n'existe pas un plan de symétrie* normal à l'axe inverse.

Observation. — En faisant $n = 1$ dans le premier de ces deux symboles, on obtient

$$(\lambda\lambda')^1_{-2}.$$

C'est le cas où le polyèdre possède simplement un plan de symétrie, plan qui, comme on le voit, est nécessairement hétéropolaire.

4° Polyèdres ne possédant que des A^1_{-2}.

Si le polyèdre ne possède qu'un A^1_{-2}, on retombe dans le cas considéré en dernier lieu.

Si le polyèdre possède plusieurs A^1_{-2}, soient A et B (fig. 6) les pôles de deux axes binaires inverses choisis *le plus rapprochés possible;* leur combinaison donnera en C le pôle d'un axe direct A^p normal à leur plan. On obtient ainsi un axe direct A^p normal à pA^1_{-2} faisant entre eux des angles $\frac{\pi}{p}$. Il est d'ailleurs évident qu'il ne peut exister un axe binaire inverse D situé hors du plan AB, car sa combinaison avec A^p, devant donner un axe inverse E, nécessairement binaire, amènerait en DE un second plan normal à A^p au point C, ce qui est impossible.

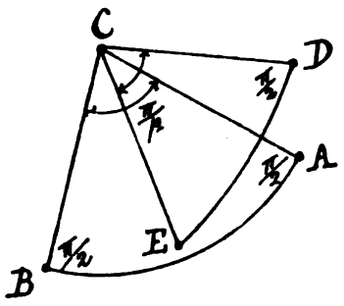


Fig. 6.

Comme il n'y a qu'*un seul ordre* d'axes inverses, ceux-ci doivent être de deux espèces différentes, ce qui nous donne

$$\Lambda^p, \quad p\lambda^1_{-2}, \quad p\lambda'^1_{-2}.$$

Il suit de là que $\nu = p$; par conséquent : 1° Λ^p doit être hétéropolaire ; 2° il ne peut exister d'autre axe direct que le Λ^p obtenu ci-dessus. Le symbole de symétrie complet est donc

$$(\lambda\lambda')^p, \quad p\lambda^1_{-2}, \quad p\lambda'^1_{-2}.$$

Il est facile de voir que :

Si $p = 2n + 1$, les axes binaires inverses composés sont de même espèce et hétéropolaires. Le polyèdre (fig. 7) a, dans ce cas, pour symbole

$$(\lambda\lambda')^{2n+1}, \quad (2n+1)(\lambda\lambda')^1_{-2}.$$

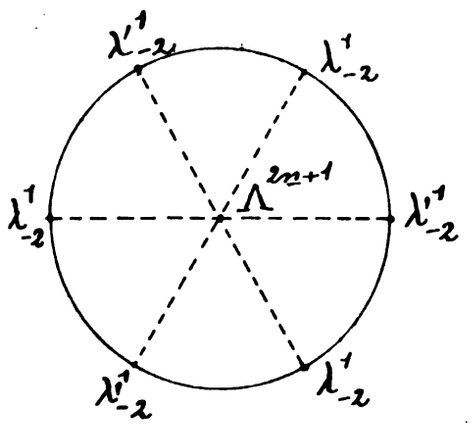


Fig. 7.

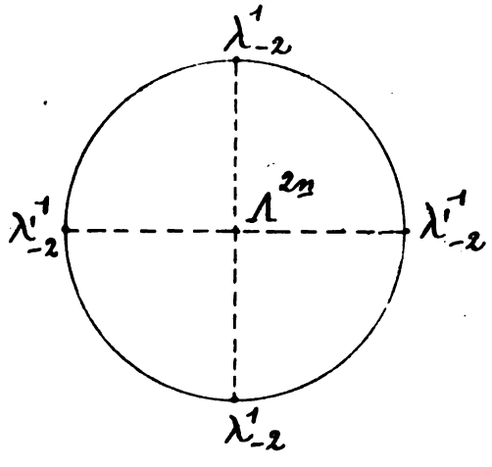


Fig. 8.

Si $p = 2n$, les axes binaires inverses sont isopolaires et de deux espèces différentes. Le polyèdre (fig. 8) a alors pour symbole

$$(\lambda\lambda')^{2n}, \quad n(\lambda\lambda)^1_{-2}, \quad n(\lambda'\lambda')^1_{-2}.$$

Conclusion. — Les polyèdres non centrés superposables à leur image ne peuvent présenter qu'une des *sept* combinaisons suivantes :

1) $3(\lambda\lambda)^2_{-4}$, $6(\lambda\lambda)^1_{-2}$, $4(\lambda\lambda')^3$;

2) $(\lambda\lambda)^{2n+1}_{-2(2n+1)}$, $(2n+1)(\lambda\lambda)^1_{-2}$, $(2n+1)(\lambda\lambda')^2$;

3) $(\lambda\lambda)^{2n}_{-4n}$, $2n(\lambda\lambda)^1_{-2}$, $n(\lambda\lambda)^1$, $n(\lambda'\lambda')^2$;

4) $(\lambda\lambda')^{2n+1}_{-2(2n+1)}$;

5) $(\lambda\lambda')^{2n}_{-4n}$;

6) $(\lambda\lambda')^{2n+1}$, $(2n+1)(\lambda\lambda')^1_{-2}$;

7) $(\lambda\lambda')^{2n}$, $n(\lambda\lambda)^1_{-2}$, $n(\lambda'\lambda')^1_{-2}$.

Nombre de plans de symétrie possédés par un polyèdre.

Il résulte de ce qui précède que tous les polyèdres non centrés superposables à leur image possèdent des plans de symétrie, sauf ceux de la 5e catégorie.

Les polyèdres de la 1re classe possèdent *six* plans de symétrie isopolaires de même espèce; ceux de la 2e et de la 3e, p plans isopolaires de même espèce passant par un Λ^p_{-2p}; ceux de la 4e, un seul plan de symétrie hétéropolaire; enfin, les polyèdres des 6e et 7e classes possèdent p plans de symétrie passant par un Λ^p, plans qui sont de même espèce et hétéropolaires, ou de deux espèces et isopolaires, suivant que p est impair ou pair.

Nombre total d'axes composés possédés par un polyèdre.

Il résulte du tableau précédent qu'un polyèdre non centré superposable à son image ne peut présenter tout au plus qu'un ordre d'axes simplement directs, de deux espèces différentes.

On en déduit que si un polyèdre possède plusieurs ordres d'axes, le nombre total de ses axes composés, tant directs qu'inverses, est donné par la formule

$$N = \nu + 1.$$

THÉORIE

DU

MOUVEMENT DE ROTATION DE L'ÉCORCE SOLIDE DU GLOBE

FONDEMENTS

DE

L'ASTRONOMIE SPHÉRIQUE DU XX^{E} SIÈCLE

PAR

François

F. FOLIE

MEMBRE DE L'ACADÉMIE ROYALE DE BELGIQUE.

(Mémoire présenté à la Classe des sciences dans la séance du 5 février 1898.)

AVANT-PROPOS

Les astronomes et les géologues sont aujourd'hui unanimes à reconnaître que le globe terrestre, quel que soit son état intérieur, est limité par une écorce solide, dont l'existence est bien confirmée, du reste, par celle de la nutation diurne.

Ce n'est donc plus la théorie de la rotation de la Terre de Laplace, complétée en quelques détails par Poisson et Peters, qui doit servir de base à l'astronomie sphérique, mais bien celle de la rotation de l'écorce terrestre.

C'est cette dernière théorie que nous avons essayé d'esquisser.

L'énoncé seul des théorèmes auxquels elle nous a conduit, fera comprendre pourquoi la première a pu satisfaire les astronomes pendant un siècle, et pourquoi elle est devenue insuffisante, en présence de la précision des observations modernes.

Théorèmes.

I. — Si les éléments perturbateurs du noyau et de l'écorce terrestres diffèrent peu entre eux, on peut imaginer un ellipsoïde solide, dont les éléments perturbateurs et les vitesses angulaires sont les moyennes entre les éléments perturbateurs et les vitesses angulaires du noyau et de l'écorce.

II. — Si le noyau est un ellipsoïde de révolution, le coefficient de la nutation diurne dépend exclusivement des moments d'inertie de l'écorce.

Celui de la précession et de la nutation bradléenne dépend à la fois des moments d'inertie de l'écorce et du noyau.

III. — Les actions mutuelles des deux parties du globe ne modifient *absolument en rien la précession.*

IV. — Le terme du *nœud* sera *très peu* modifié par les actions mutuelles des deux parties du globe.

V. — Les actions mutuelles du noyau et de l'écorce altèrent non seulement la grandeur, mais la forme même de quelques-uns des termes de la nutation.

VI. — Indépendamment de cette altération, les actions mutuelles introduisent, en obliquité et en longitude, deux termes nouveaux, l'un rétrograde, à longue période (431 jours ?), l'autre direct, de forme eulérienne et de même période, abstraction faite de son caractère diurne.

Nous avons admis que le nouveau terme eulérien, provenant des actions mutuelles du noyau et de l'écorce (VI), est celui que Chandler a découvert

empiriquement, mais de la période duquel la théorie a été, jusqu'à ce jour, impuissante à rendre compte.

S'il en est ainsi, ce sont les termes solaires qui seront altérés, et dans leur forme, et dans leur grandeur, par les actions mutuelles.

Et il s'ensuit que la détermination correcte de la constante de l'aberration, et de la variation annuelle des latitudes, ne pourra pas se faire avant que ces altérations ne soient connues.

Au point de vue des applications à l'astronomie sphérique, deux influences encore devraient être étudiées : celle de l'élasticité de l'écorce, et celle de la non-coïncidence des centres de gravité de l'écorce et du noyau.

On conçoit aisément que l'une et l'autre ont pour effet de produire des déviations périodiques de la verticale, affectant un caractère diurne, qui sera éliminé, de même que dans les nutations eulériennes et la variation annuelle du pôle d'inertie, par la combinaison de deux passages supérieurs et inférieurs consécutifs. Et c'est pourquoi j'ai dit, depuis longtemps, que cette combinaison offre le seul moyen sûr de déterminer la latitude géographique, en se mettant à l'abri de nombreuses influences dont la théorie ne connaît pas encore exactement l'expression.

Celle que l'on trouvera dans ces pages a donc besoin d'un complément.

Telle qu'elle est, toutefois, elle peut servir provisoirement de base à l'astronomie sphérique, et lui rendre quelques services, peut-être assez importants.

Aussi avons-nous terminé notre travail par l'exposé des formules de réduction qui devront remplacer les formules usuelles.

On y remarquera quelques termes nouveaux, que nous avions déjà trouvés antérieurement, et, en particulier, les termes périodiques et les termes séculaires de l'aberration systématique, ces derniers indispensables dans une recherche correcte de la constante de la précession.

Les expressions de ces termes, et de tous ceux du second ordre en général, sont données sans démonstration.

Celle-ci est exposée dans notre *Revision des constantes de l'astronomie stellaire.*

Grivegnée, le 29 janvier 1898.

THÉORIE

DU

MOUVEMENT DE ROTATION DE L'ÉCORCE SOLIDE DU GLOBE

CHAPITRE PREMIER.

ÉQUATIONS DIFFÉRENTIELLES DU MOUVEMENT DE L'ÉCORCE ET DE CELUI DU NOYAU.

§ 1. — *Expressions des moments perturbateurs.*

1. Nous considérons le globe terrestre comme formé de deux parties solides, de forme invariable, ellipsoïdales, dont les centres de gravité coïncident, et qui sont séparées par une couche plus ou moins fluide, assez mince.

On sait que les équations du mouvement de rotation de chacune des deux parties solides peuvent se mettre sous la forme

$$(1)\quad \left\{\begin{aligned} \frac{dl}{dt} &= -\frac{C-B}{A}nm + \frac{P}{A}, \\ \frac{dm}{dt} &= \frac{C-A}{B}nl + \frac{Q}{B}, \\ \frac{dn}{dt} &= -\frac{B-A}{C}lm + \frac{R}{C}; \end{aligned}\right.$$

l, m, n représentent les vitesses angulaires du corps autour de ses trois axes

principaux X, Y, Z; A, B, C, ses moments d'inertie, P, Q, R, les moments des forces extérieures, autour des mêmes axes.

Au nombre de ces forces, outre les actions du Soleil et de la Lune, on doit compter les actions mutuelles de l'écorce et du noyau.

A la rigueur, on devrait tenir compte également des actions de la couche fluide. Il en sera fait généralement abstraction ici, à cause de l'inutilité pratique de cette recherche fort laborieuse.

2. Les expressions des moments perturbateurs exercés par le Soleil et la Lune sont connues.

Nous avons à rechercher celles des moments des actions mutuelles du noyau sur l'écorce, moments qui seront évidemment égaux et de signes contraires pour ces deux corps.

Considérons un sphéroïde homogène, de densité 1, limité par la surface $R = a(1 + \alpha y)$, α étant un coefficient très petit, dont le carré est négligeable, y une fonction des angles directeurs de R, θ' et ϖ', qui dépend de la nature du sphéroïde.

Un point x', y', z' (de la surface) sera déterminé, en fonction de θ' et de ϖ', par

$$x' = R\mu', \quad y' = R\nu' \cos\varpi', \quad z' = R\nu' \sin\varpi',$$

μ' et ν' désignant le sinus et le cosinus de θ'.

Supposons y développé suivant les fonctions sphériques

$$y = Y_0 + Y_1 + Y_2 + Y_3 + \cdots$$

Pour un point intérieur au sphéroïde, la fonction potentielle sera

$$(2) \quad \ldots\ldots \quad V_1 = 2\pi a^2 - \frac{2}{5}\pi r^2 + 4\alpha\pi a^2\left(Y_0 + \frac{r}{3a}Y_1 + \frac{r^2}{5a^2}Y_2 + \cdots\right),$$

le coefficient d'attraction étant supposé égal à 1.

Pour un point extérieur

$$(3) \quad \ldots\ldots \quad V_2 = \frac{4}{3}\pi\frac{a^3}{r} + 4\alpha\pi\frac{a^3}{r}\left(Y_0 + \frac{a}{3r}Y_1 + \frac{a^2}{5r^2}Y_2 + \cdots\right)$$

Appliquons ces formules à un ellipsoïde d'axes

$$k(1-\varepsilon_1),\quad k(1-\varepsilon_2),\quad k(1-\varepsilon_3),$$

et posons

$$\frac{\varepsilon_1+\varepsilon_2+\varepsilon_3}{3}=\varepsilon.$$

De l'équation de sa surface, on déduira

$$R=k\left[1-(\varepsilon_1\mu_2'+\varepsilon_2\nu'^2\cos^2\varpi'+\varepsilon_3\nu'^2\sin^2\varpi')\right],$$

d'où

$$\begin{aligned}-\alpha y&=\varepsilon_1\mu'^2+\varepsilon_2\nu'^2\cos^2\varpi'+\varepsilon_3\nu'^2\sin^2\varpi'\\&=\varepsilon_1\mu'^2+\frac{1}{2}\nu'^2(\varepsilon_2+\varepsilon_3)+\frac{1}{2}\nu'^2(\varepsilon_2-\varepsilon_3)\cos 2\varpi'\\&=\varepsilon+\frac{3\mu'^2-1}{2}(\varepsilon_1-\varepsilon)+\frac{1}{2}\nu'^2(\varepsilon_2-\varepsilon_3)\cos 2\varpi';\end{aligned}$$

et

$$-\alpha Y_0=\varepsilon;\quad -\alpha Y_2=\frac{3\mu'^2-1}{2}(\varepsilon_1-\varepsilon)+\frac{1}{2}\nu'^2(\varepsilon_2-\varepsilon_3)\cos 2\varpi'.$$

Les autres fonctions sphériques disparaissent.

On aura donc, pour un point intérieur :

$$(4)\quad V_i=2\pi k^2(1-2\varepsilon)-\frac{2}{5}\pi r^2-\frac{4}{5}\pi\left[(\varepsilon_1-\varepsilon)x^2+(\varepsilon_2-\varepsilon)y^2+(\varepsilon_3-\varepsilon)z^2\right],$$

et, pour les composantes de l'attraction :

$$(5)\quad\left\{\begin{aligned}X_i&=-\frac{4}{3}\pi x\left[1+\frac{6}{5}(\varepsilon_1-\varepsilon)\right],\\Y_i&=-\frac{4}{3}\pi y\left[1+\frac{6}{5}(\varepsilon_2-\varepsilon)\right],\\Z_i&=-\frac{4}{3}\pi z\left[1+\frac{6}{5}(\varepsilon_3-\varepsilon)\right];\end{aligned}\right.$$

pour un point extérieur :

$$(6)\quad V_e=\frac{4}{5}\pi\frac{k^3}{r}(1-3\varepsilon)-\frac{4}{5}\pi\frac{k^5}{r^3}\left[(\varepsilon_1-\varepsilon)x^2+(\varepsilon_2-\varepsilon)y^2+(\varepsilon_3-\varepsilon)z^2\right];$$

d'où, en appelant M la masse $\frac{4}{3}\pi k^3(1-3\varepsilon)$ de l'ellipsoïde:

$$(7)\quad \left\{\begin{aligned} X_e &= -M\frac{x}{r^3}\left[1+\frac{3}{5}\frac{k^2}{r^4}\left(\varepsilon_1(3r^2-5x^2)+\varepsilon_2(r^2-5y^2)+\varepsilon_3(r^2-5z^2)\right)\right],\\ Y_e &= -M\frac{y}{r^3}\left[1+\frac{3}{5}\frac{k^2}{r^4}\left(\varepsilon_1(r^2-5x^2)+\varepsilon_2(3r^2-5y^2)+\varepsilon_3(r^2-5z^2)\right)\right],\\ Z_e &= -M\frac{z}{r^3}\left[1+\frac{3}{5}\frac{k^2}{r^4}\left(\varepsilon_1(r^2-5x^2)+\varepsilon_2(r^2-5y^2)+\varepsilon_3(3r^2-5z^2)\right)\right]. \end{aligned}\right.$$

3. Nous pouvons maintenant procéder au calcul des moments exercés par l'écorce sur le noyau.

Supposons-la formée de couches ellipsoïdales, dont les axes et la densité, constante dans toute la couche, varient d'une manière continue. Soit δ la densité de la couche comprise entre les ellipsoïdes dont les axes sont

$$k(1-\varepsilon_1),\quad k(1-\varepsilon_2)\quad\text{et}\quad k(1-\varepsilon_3)$$

et

$$k(1-\varepsilon_1)+dk\left(1-\varepsilon_1-k\frac{d\varepsilon_1}{dk}\right),\ \text{etc.}$$

Les composantes de l'attraction de cette couche sur un point intérieur seront

$$f\delta\frac{dX_1}{dk}\,dk,\ \text{etc.},$$

désignant le coefficient d'attraction; c'est-à-dire,

$$-\frac{8}{5}\pi f\delta x\frac{d\varepsilon_1-d\varepsilon}{dk}\,dk,\ \text{etc.}$$

Pour une couche comprise entre k_0 et k_1, on aura

$$(8)\quad \left\{\begin{aligned} \mathfrak{A}_1 &= -\frac{8}{5}\pi f x\int_{k_0}^{k_1}\delta\frac{d\varepsilon_1-d\varepsilon}{dk}\,dk,\\ \mathfrak{B}_1 &= -\frac{8}{5}\pi f y\int_{k_0}^{k_1}\delta\frac{d\varepsilon_2-d\varepsilon}{dk}\,dk,\\ \mathfrak{C}_1 &= -\frac{8}{5}\pi f z\int_{k_0}^{k_1}\delta\frac{d\varepsilon_3-d\varepsilon}{dk}\,dk. \end{aligned}\right.$$

Si l'on pose

$$(9)\quad \left\{\begin{array}{l} \mathfrak{A}_1 = -a_1 x, \quad \mathfrak{B}_1 = -b_1 y, \quad \mathfrak{C}_1 = -c_1 z, \\ a_1 = \dfrac{8}{5}\pi f \int_{k_0}^{k_1} \delta \dfrac{d\varepsilon_1 - d\varepsilon}{dk}\, dk, \text{ etc.}, \end{array}\right.$$

a_1, b_1, c_1 pourront être considérés comme des quantités très petites, de l'ordre des différences entre les ε relatifs aux deux ellipsoïdes qui limitent la couche.

4. Soit $dm\,(x, y, z)$ un élément du noyau. Les composantes de l'attraction de l'écorce, sur ce point, sont

$$\mathfrak{A}_1 dm = -a_1 x dm, \text{ etc.},$$

et ses moments

$$-(c_1 - b_1)\, zy dm, \quad -(a_1 - c_1)\, xz dm, \quad -(b_1 - a_1)\, yx dm.$$

Ceux de l'attraction de l'écorce sur le noyau seront donc

$$(10)\quad \mathfrak{M}_x = -(c_1 - b_1) \int zy dm, \text{ etc.}$$

Comme on a, de plus,

$$\int \mathfrak{A}_1 dm = -a_1 \int x dm, \text{ etc.},$$

on voit que le noyau est en équilibre à l'intérieur de la couche ellipsoïdale si leurs centres de gravité et leurs axes principaux coïncident.

5. Mais ce cas ne se présente pas, à cause, d'abord, de l'inégalité de répartition des masses continentales, mais, surtout, de l'épaisseur plus considérable de l'écorce sous les mers que sous les continents. Nous devons donc donner, aux axes X', Y', Z' du noyau, une direction un peu différente de celle des axes X, Y, Z de l'écorce.

Soient x_1, y_1, z_1 les coordonnées d'un point du noyau, dans l'hypothèse

de la coïncidence des axes; x, y, z ses coordonnées dans la position réelle de ceux-ci, supposée atteinte au moyen d'une rotation, dont les composantes sont $\Delta' l, \Delta' m, \Delta' n$. On aura

$$x = x_1 + z_1\Delta' m - y_1\Delta' n; \quad y = y_1 + x_1\Delta' n - z_1\Delta' l; \quad z = z_1 + y_1\Delta' l - x_1\Delta' n;$$

et

$$\mathfrak{M}_x = -(c_1 - b_1)\int xy\,dm = -(c_1 - b_1)\{\Delta' l\int(y_1^2 - z_1^2)\,dm - \Delta' m\Delta' n\int x_1^2 dm\},$$

ou, en négligeant $\Delta' m\ \Delta' n$ vis-à-vis de $\Delta' l$:

$$(11)\quad \left\{\begin{aligned} \mathfrak{M}_x &= -(c_1 - b_1)(C' - B')\Delta' l, \text{ et, de même :}\\ \mathfrak{M}_y &= -(a_1 - c_1)(A' - C')\Delta' m,\\ \mathfrak{M}_z &= -(b_1 - a_1)(B' - A')\Delta' n, \end{aligned}\right.$$

A', B', C' désignant les moments d'inertie principaux du noyau.

Or, si $\Delta'\varphi, \Delta'\psi, \Delta'\theta$ représentent les variations des angles φ, ψ, θ, produites par la rotation $(\Delta' l, \Delta' m, \Delta' n)$, on a,

$$(12)\quad \left\{\begin{aligned} \Delta' l &= \sin\varphi\sin\theta\Delta'\psi - \cos\varphi\Delta'\theta,\\ \Delta' m &= \cos\varphi\sin\theta\Delta'\psi + \sin\varphi\Delta'\theta,\\ \Delta' n &= \Delta'\varphi - \cos\theta\Delta'\psi. \end{aligned}\right.$$

Et, par suite :

$$(13)\quad \left\{\begin{aligned} \mathfrak{M}_x &= -(c_1 - b_1)(C' - B')[\sin\varphi\sin\theta\Delta'\psi - \cos\varphi\Delta'\theta],\\ \mathfrak{M}_y &= -(a_1 - c_1)(A' - C')[\cos\varphi\sin\theta\Delta'\psi + \sin\varphi\Delta'\theta],\\ \mathfrak{M}_z &= -(b_1 - a_1)(B' - A')[\Delta'\varphi - \cos\theta\Delta'\psi]. \end{aligned}\right.$$

§ 2. — *Équations différentielles du mouvement de rotation de l'écorce et de celui du noyau. — Théorèmes qui résultent de leur combinaison.*

6. En posant $C - B = b$, $C - A = a$, $B - A = c$, les équations différentielles (1) du mouvement de rotation de l'écorce s'écriront :

$$(14)\quad \left\{\begin{aligned} \frac{dl}{dt} &= -\frac{b}{A}nm + \frac{P}{A} - \frac{\mathfrak{M}_x}{A},\\ \frac{dm}{dt} &= \frac{a}{B}nl + \frac{Q}{B} - \frac{\mathfrak{M}_y}{B},\\ \frac{dn}{dt} &= -\frac{c}{C}mn + \frac{R}{C} - \frac{\mathfrak{M}_z}{C}, \end{aligned}\right.$$

P, Q, R, représentant les moments des actions des astres attirants, $-\mathfrak{M}_x$, $-\mathfrak{M}_y$, $-\mathfrak{M}_z$ ceux des actions du noyau sur l'écorce. Remplaçant ces derniers par leurs expressions (11), il viendra

$$(15)\quad \left\{\begin{aligned} \frac{dl}{dt} &= -\frac{b}{A}nm + \frac{P}{A} + \frac{(c_1 - b_1)(C' - B')}{A}\Delta' l,\\ \frac{dm}{dl} &= \frac{a}{B}nl + \frac{Q}{B} + \frac{(a_1 - c_1)(A' - C')}{B}\Delta' m,\\ \frac{dn}{dt} &= -\frac{c}{C}mn + \frac{R}{C} + \frac{(b_1 - a_1)(B' - A')}{C}\Delta' n. \end{aligned}\right.$$

7. Pour écrire les équations différentielles du mouvement du noyau, il suffira d'accentuer tous les symboles des équations précédentes, à l'exception, toutefois, de leurs derniers termes, qu'on prendra simplement en signes contraires :

$$(16)\quad \left\{\begin{aligned} \frac{dl'}{dt} &= -\frac{b'}{A'}n'm' + \frac{P'}{A'} - \frac{(c_1 - b_1)(C' - B')}{A}\Delta' l,\\ \frac{dm'}{dt} &= \frac{a'}{B'}n'l' + \frac{Q'}{B'} - \frac{(a_1 - c_1)(A' - C)}{B}\Delta' m,\\ \frac{dn'}{dt} &= -\frac{c'}{C'}l'm' + \frac{R'}{C'} - \frac{(b_1 - a_1)(B' - A')}{C}\Delta' n\ (*). \end{aligned}\right.$$

8. Or on sait que, pour la Terre, envisagée comme solide, B — A est très petit, puisque les mesures des méridiens concordent à assigner au globe, à très peu près, la forme d'un ellipsoïde de révolution, forme qu'il a dû affecter dans son état fluide primitif. On peut affirmer qu'il en est de même, à plus forte raison, pour le noyau, qui n'a pas été soumis au refroidissement, comme l'écorce, et qui subit des pressions considérables, de nature à empêcher les soulèvements qui se sont produits dans celle-ci.

De plus, on verra :

1° Que les vitesses angulaires l, l', m, m' sont très faibles : les produits $(B - A)lm$, $(B' - A')l'm'$ sont donc absolument négligeables;

(*) Cette première partie de notre travail est extraite d'un Mémoire déposé aux archives de l'Académie royale des sciences, des lettres et des beaux-arts de Belgique. Voir les rapports sur ce Mémoire dans le numéro de décembre 1893 du *Bulletin de l'Académie.*

2° Que les moments perturbateurs, autour des axes des Z, ne peuvent produire, dans la vitesse angulaire autour de ces axes, que des variations semi-diurnes qui ne surpassent pas la millionième partie de sa valeur, pour l'écorce terrestre, et seraient encore plus faibles pour le noyau.

On peut donc poser $n = n' = \text{c}^{\text{te}}$, et faire provisoirement abstraction de la dernière équation de chacun des deux systèmes précédents.

9. Si maintenant on admet, comme il sera établi par la suite, que les quantités $\frac{a}{B}$ et $\frac{b}{A}$, que nous appellerons les *éléments perturbateurs* de l'écorce, diffèrent peu de ceux $\frac{a'}{B'}$ et $\frac{b'}{A'}$, du noyau, on pourra écrire, en ne négligeant que les termes du second ordre :

$$\frac{b}{A}m + \frac{b'}{A'}m' = \left(\frac{b}{A}\right)_m m_m, \quad \frac{a}{B}l + \frac{a'}{B'}l' = \left(\frac{a}{B}\right)_m l_m,$$

les quantités affectées de l'indice m désignant les moyennes entre les quantités de même espèce relatives à l'écorce et au noyau.

Et, puisque $n' = n$, la demi-somme des deux premières équations de chacun des systèmes précédents donnera

$$\frac{dl_m}{dt} = -\left(\frac{b}{A}\right)_m n m_m + \frac{1}{2}\left(\frac{P}{A} + \frac{P'}{A'}\right),$$

$$\frac{dm_m}{dt} = \left(\frac{a}{B}\right)_m n l_m + \frac{1}{2}\left(\frac{Q}{B} + \frac{Q'}{B'}\right).$$

Mais on a

$$\frac{P}{A} = -\frac{b}{A}nq, \quad \frac{Q}{B} = \frac{a}{B}np \ (*),$$

en désignant par p et q les expressions

$$h\frac{4xz}{R^2}\left(\frac{D}{R}\right)^3 \quad \text{et} \quad h\frac{4yz}{R^2}\left(\frac{D}{R}\right)^3,$$

qui sont les mêmes pour l'écorce que pour le noyau, puisque nous avons admis que leurs centres coïncident.

(*) Voir *Théorie des mouvements diurne et de l'axe du monde*, première partie, p. 5.

On pourra donc écrire

$$\frac{1}{2}\left(\frac{P}{A}+\frac{P'}{A'}\right)=-\left(\frac{b}{A}\right)_m nq_m, \text{ etc.},$$

et les équations précédentes deviendront

$$(17)\ldots\ldots\ldots\begin{cases}\dfrac{dl_m}{dt}=-\left(\dfrac{b}{A}\right)_m n(m+q)_m,\\[2ex]\dfrac{dm_m}{dt}=\left(\dfrac{a}{B}\right)_m n(l+q)_m.\end{cases}$$

10. Ces équations sont précisément celles du mouvement de rotation d'un ellipsoïde solide, sous l'influence des attractions du Soleil et de la Lune. On peut donc énoncer le théorème :

THÉORÈME I. — *Si les éléments perturbateurs du noyau et de l'écorce terrestres diffèrent peu entre eux, on peut imaginer un ellipsoïde solide, dont les éléments perturbateurs et les vitesses angulaires sont les moyennes entre les éléments perturbateurs et les vitesses angulaires du noyau et de l'écorce.*

Or, pour un ellipsoïde solide, on connaît les intégrales des équations (17); on connaît donc les vitesses angulaires moyennes entre celles l et l', m et m' de l'écorce et du noyau. Et le problème serait entièrement résolu, si l'on était en droit d'affirmer que les différences $l-l'$, $m-m'$ sont insignifiantes. Nous aurons à les calculer.

11. Mais d'abord, examinons, abstraction faite de ces différences, qui sont assez faibles, les conséquences principales du THÉORÈME I.

On sait qu'outre la nutation eulérienne, il existe, pour notre ellipsoïde fictif, deux nutations bien distinctes, la nutation bradléenne et la nutation diurne, qui ont respectivement pour facteurs $\frac{1}{2}\left(\frac{a}{B}\pm\frac{b}{A}\right)$, en laissant de côté l'indice m.

Le premier se réduit à $\frac{C-A}{A}$ dans l'hypothèse $B=A$; c'est dans cette

hypothèse que les astronomes en ont déterminé la valeur pour une Terre solide, au moyen des constantes de la précession et de la nutation.

Mais on voit, par notre théorème, que cette valeur n'est relative ni à l'écorce, ni au noyau, mais bien à notre ellipsoïde fictif; elle est égale à

$$\frac{1}{4}\left(\frac{a}{B}+\frac{b}{A}+\frac{a'}{B'}+\frac{b'}{A'}\right),$$

que nous écrirons

$$\frac{1}{2}(\alpha+\beta)=\mu,$$

en faisant

$$\frac{1}{2}\left(\frac{a}{B}+\frac{a'}{B'}\right)=\alpha, \quad \frac{1}{2}\left(\frac{b}{A}+\frac{b'}{A'}\right)=\beta.$$

De même, nous écrirons

$$\frac{1}{2}(\alpha-\beta)=\nu.$$

Comme B′ diffère certainement très peu de A′ (art. 8), μ se réduira à

$$\frac{1}{2}\frac{C'-A'}{A'}+\frac{1}{4}\left(\frac{C-A}{B}+\frac{C-B}{A}\right)=\frac{1}{2}\left(\frac{C'-A'}{A'}+\frac{C-A}{A}-\frac{1}{2}\frac{B-A}{AB}(C+B-A)\right)$$

et ν à

$$\frac{1}{2}\left(\frac{C-A}{B}-\frac{C-B}{A}\right)=\frac{B-A}{2}\frac{B+A-C}{AB}.$$

Donc

THÉORÈME II. — *Si le noyau est un ellipsoïde de révolution, le coefficient ν de la nutation diurne dépend exclusivement des moments d'inertie de l'écorce.*

Celui μ de la précession et de la nutation bradléenne dépend à la fois des moments de l'écorce et du noyau.

12. La première partie de ce théorème montre que, si la nutation diurne est absolument insensible pour une Terre solide, elle peut fort bien exister pour l'écorce terrestre. En effet, les irrégularités, produites par le

refroidissement et par le soulèvement des continents, font que, si même, à l'origine de sa formation, B était à peu près égal à A, il doit en avoir différé de plus en plus, et en différera sans doute encore davantage dans la suite des temps.

Afin de nous faire une idée de la valeur que doit avoir

$$\nu = \frac{1}{2}\left(\frac{C-A}{B} - \frac{C-B}{A}\right)$$

pour l'écorce terrestre, partons de celle que nous avons déduite à la fois des observations de Struve en ascension droite, et de Gyldén en déclinaison, pour le coefficient de la nutation diurne, et qui est $0''.0666$ (*). Ce coefficient est

$$\nu \times \frac{3}{8}\left(\frac{m_1}{n}\right)^2 \text{ ou } \nu \times 0''.58 ; \quad \text{d'où} \quad \nu = 0.114.$$

On voit que la nutation diurne, telle qu'elle est établie par l'observation, entraîne une différence assez considérable entre les moments d'inertie de l'écorce autour de ses axes équatoriaux principaux.

13. Ce qui précède confirme les vues de W. Thomson et de Delaunay sur l'indépendance des mouvements à courte période de l'écorce (**), vues qui ont été corroborées par l'étude de M. le professeur Ronkar sur les mouvements périodiques d'un système de points matériels (***), et qui m'ont, à juste titre, décidé à poursuivre avec confiance la recherche des constantes de la nutation diurne, malgré l'insignifiance bien démontrée de son coefficient pour une Terre solide (iv).

Et ainsi se trouve établie, *a priori*, la possibilité de l'existence de la nutation diurne, pour un globe composé d'un noyau et d'une écorce solides,

(*) *Revision des constantes de l'astronomie stellaire*, p. 56.
(**) TISSERAND, *Mécanique céleste*, t. II, p. 480.
(***) *Mémoires de l'Académie royale de Belgique*, t. LI.
(iv) TISSERAND, *Mécanique céleste*, t. II, p. 499.

séparés entre eux par une couche liquide assez mince. Car, lorsque le globe était tout entier à l'état fluide, les couches qui, plus tard, ont formé l'écorce, et celles qui ont formé le noyau, devaient affecter à très peu près la forme ellipsoïdale de révolution, et les éléments perturbateurs de ces couches devaient différer fort peu les uns des autres. Lorsque la croûte s'est solidifiée, et que les mers ont été séparées des continents, il est survenu, entre les deux éléments perturbateurs de l'écorce, des différences provenant de la surélévation de certaines parties continentales, et, plus encore, de ce que l'écorce doit être, comme l'a le premier signalé M. H. Faye, plus épaisse sous les mers que sous les continents (*).

Il résulte de cette remarque que notre *premier méridien* (qui passe par l'axe du plus petit moment d'inertie A de l'écorce) doit traverser le Pacifique en son milieu; et cette prévision concorde fort bien avec notre détermination, qui le place vers Poulkovo, c'est-à-dire entre les îles Marquises et les îles de la Société (**).

L'idée lumineuse de M. Faye permet donc de fixer approximativement la position du premier méridien; la concordance entre celle qui est ainsi fixée, et celle que nous avons déduite d'un très grand nombre d'observations, et par des procédés très différents (***), est une preuve concluante de l'existence d'une couche fluide en dessous de l'écorce solide du globe.

(*) *Contributions astronomico-géodésiques à l'étude de la formation de l'écorce terrestre.* (Extrait des COMPTES RENDUS du 12 janvier 1891.)

(**) *Revision des constantes de l'astronomie stellaire*, p. 56.

(***) Nos dernières déterminations des constantes de la nutation diurne concordent tellement bien entre elles, que nous avons pu renoncer à en faire de nouvelles.

Les observations de F.-W. Struve, en ascension droite, à Dorpat, ont donné :

$$\nu = 0''.0693 \pm 0.0019; \quad 2L = 358°15' \pm 1°34'.$$

Celles de Gyldén, en déclinaison, à Poulkovo :

$$\nu = 0''.0620 \pm 0.0024; \quad 2L = 375°56' \pm 2°13'.$$

De la combinaison de ces valeurs, on déduit

$$\nu = 0''.0666 \pm 0.0015; \quad 2L = 364° \pm 1°19'.$$

On trouve, dans les Notices extraites de l'*Annuaire de l'Observatoire royal de Belgique*, à partir de 1888, et particulièrement dans celles de 1897, un grand nombre de déterminations, parmi lesquelles je signalerai spécialement celles que M. Niesten, astronome

§ 3. — *Intégration des équations relatives aux différences de vitesse entre l'écorce et le noyau.*

14. Nous avons à rechercher si les vitesses angulaires de l'écorce, l et m, ne diffèrent pas, d'une manière appréciable, des vitesses l_m et m_m de notre ellipsoïde fictif, c'est-à-dire si $l_2 = l' - l$ et $m_2 = m' - m$ sont très faibles vis-à-vis de l et de m.

En faisant la différence des équations (15) et (16), et en admettant, à cause de la petitesse des l, l', m, m', que

$$\frac{b}{A} = \frac{b'}{A'} = \beta_1, \quad \frac{a}{B} = \frac{a'}{B'} = \alpha_1,$$

on trouve, après avoir remplacé $\frac{P}{A}$, $\frac{Q}{B}$ par leurs expressions $-n\beta_1 q$, $n\alpha_1 p$ (*) :

$$(18)\ \ldots \begin{cases} \dfrac{dl_2}{dt} + \beta_1 n m_2 = -2\alpha_2(s'\psi_2 \sin\varphi - \theta_2\cos\varphi) - n\beta_1\left(\theta_2\dfrac{dq}{d\theta} + \psi_2\dfrac{dq}{d\psi}\right); \\ \dfrac{dm_2}{dt} - \alpha_1 n l_2 = -2\beta_2(s'\psi_2\cos\varphi + \theta_2\sin\varphi) + n\alpha_1\left(\theta_2\dfrac{dp}{d\theta} + \psi_2\dfrac{dp}{d\psi}\right); \end{cases}$$

à l'Observatoire royal, a déduites des différences observées, à quelques heures d'intervalle seulement, par M. Fabritius, dans la position de la Polarissime, et par moi-même, dans celle d'étoiles très voisines du pôle.

Ce mode d'observation est l'un des plus propres à manifester immédiatement l'existence de la nutation diurne.

Elle se révèle également dans la comparaison des catalogues : ainsi, la comparaison de ceux de Bruxelles et de Washington, fondés sur un même système de réduction, a donné $\nu = 0''.07$, $L = 12^h.5$ E. de Bruxelles. Les différences systématiques signalées par M. Downing entre les catalogues de Greenwich, et ceux de Melbourne et du Cap, ont été réduites très notablement par l'introduction de la nutation diurne.

Enfin, fait plus frappant, les écarts systématiques en déclinaison, constatés par Gould dans son Catalogue, par M. Ivanof dans celui de Poulkovo, et par M. Tucker dans les latitudes de Lick Observatory, s'expliquent également fort bien par la négligence de la nutation diurne dans la réduction des observations.

(Voir les Notices précitées, ainsi que le *Bulletin de l'Académie royale de Belgique*, 3e série, t. III, XVI, XVII, XXVI, XXVIII, XXXIII; les *Monthly Notices*, 1889; *Science* (New-York), 1895; les *Astronomische Nachrichten*, 1889; les *Comptes rendus* de 1886, 1887; le *Bulletin astronomique* de 1889).

(*) *Théorie des mouvements diurne et de l'axe du monde*, p. 5; *Revision des constantes de l'astronomie stellaire*, p. 64.

les quantités affectées des indices 2, telles l_2, ψ_2, représentent les différences $l' - l, \psi' - \psi$; à l'exception de α_2 et de β_2 qui représentent

$$(c_1 - b_1)\frac{C' - B'}{A} \quad \text{et} \quad (b_1 - a_1)\frac{B' - A'}{C}.$$

Or on a (*)

$$p = \Sigma x \sin(\upsilon_1 t \pm \varphi), \quad q = \pm \Sigma x \cos(\upsilon_1 t \pm \varphi);$$

d'où

$$\frac{dp}{d\theta} = \Sigma x' \sin(\upsilon_1 t \pm \varphi), \qquad \frac{dq}{d\theta} = \pm \Sigma x \cos(\upsilon_1 t \pm \varphi),$$

$$\frac{dp}{d\psi} = \Sigma (i \pm c') x \cos(\upsilon_1 t \pm \varphi), \quad \frac{dq}{d\psi} = \mp \Sigma (i \pm c') x \sin(\upsilon_1 t \pm \varphi);$$

car x est une fonction de θ seul, et les angles $\upsilon_1 t$, qui sont des longitudes moyennes, varient tous de la même quantité $\Delta' \psi$, en vertu de ce même déplacement imprimé à la ligne de référence.

La lettre i représente les facteurs 1, 2, 3 ..., selon qu'il s'agit de longitudes simples, doubles ou triples.

Quant à l'angle φ, on voit, par la troisième des équations (12), puisque n est constant, que

$$\frac{d\varphi}{d\psi} = \cos\theta = c'.$$

15. Les équations (18) deviendront donc, si l'on supprime les indices 2 des lettres l, m, θ, ψ,

$$(19). \quad \left\{ \begin{aligned} &\frac{dl}{dt} + \beta_1 nm = -2\alpha_1 (s'\psi \sin\varphi - \theta \cos\varphi) \\ &\qquad - n\beta_1 \left[\theta\Sigma \pm u' \cos(\upsilon_1 t \pm \varphi) \mp \psi\Sigma (i \pm c') u \sin(\upsilon_1 t \pm \varphi)\right], \\ &\frac{dm}{dt} - \alpha_1 nl = -2\beta_1 (s'\psi \cos\varphi + \theta \sin\varphi) \\ &\qquad + n\alpha_1 \left[\theta\Sigma u' \sin(\upsilon_1 t \pm \varphi) + \psi\Sigma (i \pm c') u \cos(\upsilon_1 t \pm \varphi)\right]. \end{aligned} \right.$$

Nous traiterons ces équations dans l'hypothèse d'un ellipsoïde de révolu-

(*) Voir la note précédente.

tion ($\beta_1 = \alpha_1$), ce qui fera disparaître simplement les termes complémentaires de la nutation diurne. Comme les termes principaux de celle-ci sont déjà très faibles, on peut, sans erreur sensible, en négliger les compléments, provenant des légères différences entre les vitesses de l'écorce et celles de notre ellipsoïde fictif.

Nous ferons donc $\beta_1 = \alpha_1$, et, en même temps, $\beta_2 = \alpha_2$.

16. Au moyen des équations connues

$$\frac{d\theta}{dt} = -l\cos\varphi + m\sin\varphi,$$

$$s'\frac{d\psi}{dt} = \quad l\sin\varphi + m\cos\varphi,$$

d'où l'on tire, en regardant $s' = \sin\theta$ comme constant,

$$\frac{d^2\theta}{dt^2} = -\frac{dl}{dt}\cos\varphi + \frac{dm}{dt}\sin\varphi + ns'\frac{d\psi}{dt},$$

$$s'\frac{d^2\psi}{dt^2} = \quad \frac{dl}{dt}\sin\varphi + \frac{dm}{dt}\cos\varphi - n\frac{d\theta}{dt},$$

les précédentes deviennent

$$(20)\quad \begin{cases} s'\dfrac{d^2\psi}{dt^2} + n(1+\alpha_1)\dfrac{d\theta}{dt} = -2\alpha_2 s'\psi - n\alpha_1[\theta\Sigma\varkappa'\sin\upsilon_1 t + s'\psi\Sigma(i \pm c')\varkappa\cos\upsilon_1 t], \\ \dfrac{d^2\theta}{dt^2} - n(1+\alpha_1)s'\dfrac{d\psi}{dt} = -2\alpha_2\theta \pm n\alpha_1[\theta\Sigma\varkappa'\cos\upsilon_1 t - s'\psi\Sigma(i \pm c')\varkappa\sin\upsilon_1 t]. \end{cases}$$

17. Il est très difficile de trouver l'intégrale complète de ces équations. Nous devrons nous borner à en donner les termes du premier ordre, en considérant θ et ψ comme des constantes, θ'_0 et ψ'_0, dans les termes du second membre qui sont multipliés par α_1, égal à 0.0033 environ pour la Terre solide.

Si l'on pose alors

$$\theta = \theta'_0 + a \sin \upsilon_1 t + b \cos \upsilon_1 t,$$
$$s'\psi = s'\psi'_0 + b \sin \upsilon_1 t - a \cos \upsilon_1 t,$$

la substitution conduit, en égalant à zéro les facteurs de sin $\upsilon_1 t$ et de cos $\upsilon_1 t$, aux équations

$$0 = -b(\upsilon_1^2 + n_1\upsilon_1 - 2\alpha_2) + n\alpha_1 x'\theta'_0,$$
$$0 = a(\upsilon_1^2 + n_1\upsilon_1 - 2\alpha_2) + n\alpha_1(i \pm c')xs'\psi'_0,$$
$$0 = -a(\upsilon_1^2 + n_1\upsilon_1 - 2\alpha_2) + n\alpha_1(i \pm c')xs'\psi'_0,$$
$$0 = -b(\upsilon_1^2 + n_1\upsilon_1 - 2\alpha_2) \mp n\alpha_1 x'\theta'_0.$$

Ces quatre équations ne sont compatibles, dans le cas des signes supérieurs, que pour autant que

$$\theta'_0 = \psi'_0 = 0; \qquad \text{d'où} \qquad a = b = 0,$$

et, en réintroduisant l'indice 2,

$$\theta_2 = 0; \qquad \psi_2 = 0.$$

En ce cas, qui répond à celui de

$$p = \Sigma x \sin(\upsilon_1 t + \varphi),$$

et qui est, en particulier, celui de la précession, il n'existe *aucune différence* entre la nutation de l'écorce et celle de notre ellipsoïde fictif.

Dans le cas des signes inférieurs, les deux secondes équations sont identiques aux premières, et l'on en déduit, en posant

$$x'b'_0 = k', \quad (1 - c')xs'\psi'_0 = -k''$$

et

$$\upsilon_1^2 + n_1\upsilon_1 - 2\alpha_2 = N :$$
$$a = \frac{k''}{N} n\alpha_1, \qquad b = \frac{k'}{N} n\alpha_1;$$

et, par suite,

$$(21) \quad \ldots \ldots \begin{cases} \theta_2 = \dfrac{k'}{x'} + \dfrac{n\alpha_1}{N}(k'' \sin \upsilon_1 t + k' \cos \upsilon_1 t), \\ s'\psi_2 = -\dfrac{k''}{(1-c')x} + \dfrac{n\alpha_1}{N}(k' \sin \upsilon_1 t - k'' \cos \upsilon_1 t). \end{cases}$$

18. On voit que des termes, qui seraient insensibles pour la Terre entière, à cause de la petitesse de leur coefficient, inclus dans le facteur $\varkappa$ du développement de la fonction perturbatrice p, pourront devenir sensibles pour l'écorce, si le dénominateur N est très petit; et que les termes usuels de nutation seront modifiés, dans le cas où ce dénominateur serait assez petit. Mais celui-ci renferme le terme $2\alpha_2$, qui dépend essentiellement de la constitution de l'écorce et de celle du noyau, et ne peut donc nullement être déterminé par la théorie, si même on pouvait se contenter d'une très grossière approximation. C'est de l'observation qu'on devra chercher à en déduire la valeur.

Nous avons laissé de côté les termes dépendants des constantes arbitraires; nous aurons à y revenir.

19. Deux théorèmes très importants se dégagent des articles précédents; le premier, que nous avons déjà signalé en passant, est celui-ci :

THÉORÈME III. — *Les actions mutuelles des deux parties du globe ne modifient absolument en rien la précession.*

Le second, presque aussi important, est le suivant :

THÉORÈME IV. — *Le terme du nœud sera très peu modifié par les actions mutuelles des deux parties du globe.*

Il est impossible, en effet, que pour ce terme, le dénominateur N puisse devenir assez petit. On peut l'écrire $\upsilon_2 n_1^2(1+\upsilon_2) - 2\alpha_2$, en faisant $\frac{\upsilon_1}{n_1} = \upsilon_2$. Or υ_2 est négatif pour le nœud; $n_1 = n(1+\alpha_1)$ est à peu près égal à la vitesse angulaire n de la Terre. N est donc, pour les termes du nœud, négatif, et assez grand.

On doit exclure le cas où les coefficients k' et k'', qui ne peuvent être déterminés que par l'observation, seraient assez grands : alors, en effet, tous les termes de nutation seraient altérés par les actions mutuelles du noyau et de l'écorce, et la concordance que l'on a trouvée entre les formules relatives à la Terre solide, et les observations, ne pourrait pas exister.

20. Quant aux termes solaires, l'observation seule, aidée de la présente théorie, pourra révéler dans quelle proportion ils seront altérés.

On ne se préoccupera pas des termes lunaires, qui sont très peu importants, et par eux-mêmes, et par la brièveté de leur période.

Il serait possible, enfin, que l'observation révélât l'existence d'un terme de nutation qui, absolument insensible pour la Terre solide, pourrait être sensible pour l'écorce : il suffirait pour cela que $\upsilon_2 n_1^2(1 + \upsilon_2)$ approchât de $2\alpha_2$, ou, plus simplement, que υ_2 approchât de $\frac{2\alpha_2}{n_1^2}$.

Si l'observation parvient à découvrir la période de ce terme inconnu, période égale à $\frac{2\pi}{\upsilon_1}$, on connaîtra la valeur de α_2. En même temps, l'observation aura donné la valeur du coefficient de ce terme; si elle concorde avec celle qui se déduit de la théorie précédente, on sera assuré que ce terme nouveau est bien un terme provenant des actions luni-solaires, mais négligeable pour la Terre solide, et non d'une action cosmique, comme celle de la matière zodiacale, à laquelle certains auteurs ont voulu attribuer quelque influence.

Quand on connaîtra ainsi, approximativement, la valeur de α_2, on pourra juger de l'altération que les actions mutuelles du noyau et de l'écorce introduisent dans les termes solaires de nutation.

On peut, d'une manière générale, énoncer ce théorème (21) :

THÉORÈME V. — *Les actions mutuelles du noyau et de l'écorce altèreront, non seulement la grandeur, mais la forme même de quelques-uns des termes de la nutation.*

21. En recherchant les constantes de la nutation diurne au moyen des observations de latitude de Gyldén, nous avons trouvé, pour la correction du coefficient $0''.505$ des termes en $2\odot$ de Peters, relatifs à la déclinaison de la Polaire, $0''.0064$ (*). Mais cette correction peut provenir aussi bien de la négligence des termes correspondants de la nutation diurne, que des actions mutuelles du noyau et de l'écorce; elle est, au surplus, très faible. Il ne semble donc pas que les termes de nutation en $2\odot$ doivent être notablement altérés par ces actions.

(*) *Revision des constantes de l'astronomie stellaire*, p. 55.

Mais on ne pourrait pas affirmer qu'il en est de même des termes en $\odot \pm \Gamma$: les termes correspondants de la nutation diurne étant insensibles, s'il existe une erreur dans les coefficients des premiers, elle ne peut provenir que de la négligence des actions mutuelles.

Ne serait-ce pas à l'existence, très possible, de cette erreur [indépendamment des négligences commises dans le calcul des termes de réduction du second ordre pour les circompolaires (*)] qu'il faudrait attribuer les discordances considérables que l'on constate entre les récentes déterminations de la constante de l'aberration ?

22. Les conclusions précédemment soulignées concordent généralement avec celles qui ont été énoncées, sans démonstration, par Delaunay (**), puis par W. Thomson (Lord Elkin), dans un discours prononcé en 1876 devant l'Association Britannique réunie à Glascow, et que nous reproduisons en ces termes, empruntés à la *Mécanique céleste* de Tisserand (***) :

« En la supposant rigide, l'écorce entraînerait complètement le noyau » dans les oscillations à longue période, telles que la précession ; mais les » oscillations à courte période, notamment celles de six mois et de quatorze » jours, seraient fortement altérées, sinon dénaturées. »

Elles sont bien d'accord également avec le théorème, démontré par M. le professeur Ronkar, pour le cas de deux sphères concentriques, entre lesquelles s'exercerait un frottement proportionnel à la différence des vitesses des surfaces frottantes :

« Dans les mouvements à longue période, le noyau et l'écorce se meuvent » comme s'ils formaient une masse solidaire.

» Dans les mouvements à courte période, au contraire, l'écorce se meut » indépendamment du noyau (†). »

Ce théorème a été démontré d'une manière générale, par le même auteur,

(*) *Revision des constantes de l'astronomie stellaire*, p. 113.

(**) *Comptes rendus*, 13 juillet 1888.

(***) *Ibid.*, t. II, p. 480.

(†) Notices extraites de l'*Annuaire de l'Observatoire royal de Bruxelles pour 1888.*

dans le cas d'un système de points matériels animés de mouvements périodiques (*).

Elles sont les mêmes, enfin, que celles auxquelles est arrivé, par une intégration plus laborieuse, l'auteur du mémoire inédit d'où ont été extraites les équations différentielles du mouvement du noyau et de l'écorce terrestres.

§ 4. — *De l'action du frottement de la couche fluide.*

23. Dans l'intégration des équations différentielles, il a été fait abstraction des termes qui proviennent du frottement de l'écorce sur la couche fluide; mais on a vu, par les théorèmes démontrés par M. Ronkar, que, si même l'influence du frottement était sensible, les conclusions précédentes n'en subsisteraient pas moins.

L'existence d'une couche fluide un peu considérable est, du reste, rejetée par les meilleurs auteurs, W. Thomson, G. H. Darwin; et, dans le cas d'une couche mince, l'influence du frottement est certainement peu sensible vis-à-vis de celles des actions mutuelles que le noyau et l'écorce exercent l'un sur l'autre.

Nous pourrons nous borner à rechercher les termes provenant du frottement dans le cas où il n'existe pas de forces perturbatrices, et déterminerons en même temps ceux qui renferment les constantes arbitraires, et qui sont absolument les mêmes, dans ce cas simple, que dans le cas général.

Remarquons d'abord que, pour notre ellipsoïde fictif, auquel s'appliquent les équations (17), identiquement les mêmes que celles qui conviennent à une Terre solide, les termes renfermant les constantes arbitraires sont ceux mêmes de Laplace, et que le frottement n'intervient que dans les équations relatives aux différences des vitesses angulaires de l'écorce et du noyau. Nous y supposerons $\alpha_1 = \beta_1$, $\alpha_2 = \beta_2$, comme précédemment, et nous ne tiendrons plus compte des actions extérieures, dont l'influence a été déterminée ci-dessus.

(*) *Mémoires de l'Académie royale des sciences, etc., de Belgique*, t. LI.

24. Si l'on introduit dans ces équations les termes qui proviennent du frottement, et qui sont proportionnels à un facteur f, dépendant de celui-ci, et aux différences des vitesses angulaires de l'écorce et du noyau, on aura, en supprimant les indices 2 dans l, m, θ, $s'\psi$,

$$(22)\quad \left\{\begin{array}{l} \dfrac{dl}{dt} + \alpha_1 nm = -2fl - 2\alpha_2(s'\psi \sin\varphi - \theta\cos\varphi), \\ \dfrac{dm}{dt} - \alpha_1 nl = -2fm - 2\alpha_2(s'\psi\cos\varphi + \theta\sin\varphi). \end{array}\right.$$

Le procédé dont il a été fait usage, en traitant les équations (19), transformera les précédentes en

$$(23)\quad \left\{\begin{array}{l} \dfrac{d^2\theta}{dt^2} - n_1 s'\dfrac{d\psi}{dt} = -2f\dfrac{d\theta}{dt} - 2\alpha_2\theta, \\ s'\dfrac{d^2\psi}{dt^2} + n_1\dfrac{d\theta}{dt} = -2fs'\dfrac{d\psi}{dt} - 2\alpha_2 s'\psi. \end{array}\right.$$

Si l'on pose

$$\theta = \Sigma p_i e^{-\gamma_i t}, \qquad s'\psi = \Sigma p'_i e^{-\gamma_i t},$$

on obtiendra, pour chacun des termes de ces sommes, les équations

$$p_i(\gamma_i^2 - 2f\gamma_i + 2\alpha_2) + n_1 p'_i\gamma_i = 0,$$
$$p'_i(\gamma_i^2 - 2f\gamma_i + 2\alpha_2) - n_1 p_i\gamma_i = 0,$$

ou, en prenant $p'_1 = i\,p_1$:

$$\gamma_i^2 + (n_1 i - 2f)\gamma_i + 2\alpha_2 = 0,$$
$$\gamma_i^2 + \left(-\frac{n_1}{i} - 2f\right)\gamma_i + 2\alpha_2 = 0,$$

équations qui sont identiques, si $i = \sqrt{-1}$.

On en déduit

$$\gamma_i = f - \frac{1}{2} i n_1 \pm \sqrt{f^2 - \frac{n_1^2}{4} - 2\alpha_2 - i n_1 f};$$

en sorte que θ sera de la forme

$$\theta = e^{-ft}\Sigma p_i P_i,$$

P désignant une fonction périodique de t.

Il n'y a lieu de s'occuper de ces expressions que si le frottement n'est pas négligeable. Dans ce cas, on voit que tous les termes décroissent rapidement avec le temps et sont, par conséquent, insensibles à l'époque actuelle.

Il est donc permis de faire abstraction du frottement, et il ne restera plus qu'à considérer quels sont les termes, renfermant les constantes arbitraires, qui proviennent des actions mutuelles seules, dans les équations précédentes (23).

25. Celles-ci se réduiront à

$$(24)\quad \left\{\begin{array}{l} \dfrac{d^2\theta}{dt^2} - n_1 s' \dfrac{d\psi}{dt} = -2\alpha_2\theta, \\ s'\dfrac{d^2\psi}{dt^2} + n_1 \dfrac{d\theta}{dt} = -2\alpha_2 s'\psi. \end{array}\right.$$

En y posant

$$\theta = \varepsilon_1 \sin(b_1 + \beta_1 t) + \varepsilon_2 \sin(b_2 + \varphi + \beta_2 t),$$

$$s\,\psi = \varepsilon_1 \cos(b_1 + \beta_1 t) + \varepsilon_2 \cos(b_2 + \varphi + \beta_2 t),$$

on trouve que β_1 et β_2 doivent satisfaire aux équations suivantes :

$$\beta_1^2 - n_1\beta_1 - 2\alpha_2 = 0,$$

$$(n + \beta_2)^2 - n_1(n + \beta_2) - 2\alpha_2 = 0;$$

d'où

$$\beta_1 = n + \beta_2 = \frac{n_1}{2} \pm \sqrt{\frac{n_1^2}{4} + 2\alpha_2},$$

qu'on peut écrire très approximativement, puisque $2\alpha_2$ est très faible relativement à $\frac{n_1^2}{4}$, et que, de plus, $n_1 = n(1 + \alpha_1)$ diffère fort peu de n :

$$\beta_1 = n + \beta_2 = \frac{n_1}{2} \pm \left(\frac{n_1}{2} + \frac{2\alpha_2}{n_1}\right);$$

$$b_1 + \beta_1 t = \left\{\begin{array}{l} b_1 + \varphi + \dfrac{2\alpha_2}{n_1} t, \\ b_1 - \dfrac{2\alpha_2}{n_1} t; \end{array}\right. \qquad b_2 + \varphi + \beta_2 t = \left\{\begin{array}{l} b_2 + \varphi + \dfrac{2\alpha_2}{n_1} t, \\ b_2 - \dfrac{2\alpha_2}{n_1} t. \end{array}\right.$$

Les valeurs de θ et de $s'\psi$, dans lesquelles nous réintroduirons les indices 2, se réduiront donc à

$$(25)\quad \left\{\begin{array}{l} \theta_2 = \varepsilon_1 \sin\left(b_1 - \dfrac{2\alpha_2}{n_1}t\right) + \varepsilon_2 \sin\left(b_2 + \varphi + \dfrac{2\sigma_2}{n_1}t\right), \\ s'\psi_2 = \varepsilon_1 \cos\left(b_1 - \dfrac{2\alpha_2}{n_1}t\right) + \varepsilon_2 \cos\left(b_2 + \varphi + \dfrac{2\sigma_2}{n_1}t\right). \end{array}\right.$$

26. Voici donc deux termes, entièrement nouveaux, provenant des actions mutuelles : le premier est rétrograde et a une période égale à $\frac{n_1\pi}{\alpha_2}$; le second, de forme eulérienne, est direct et a la même période, abstraction faite du caractère diurne de ce terme.

Il est à présumer que celui-ci est le terme de Chandler, d'une période de 431 jours, dont l'existence semble bien établie par les nombreuses recherches de l'astronome américain, mais n'avait nullement été expliquée en théorie.

S'il en est ainsi, on a, en prenant pour unité le jour sidéral, $\frac{n_1\pi}{\alpha_2} = 432$; et, comme n diffère fort peu de 2π, α_2 sera à peu près égal à $\frac{2\pi^2}{432} = 0.0436$.

On en déduirait approximativement (art. 7), pour $(c_1 - b_1)\frac{A'}{A}$, supposé égal à $(c_1 - a_1)\frac{B'}{B}$, la valeur 13.3.

27. L'introduction des constantes arbitraires dans les équations relatives aux différences de vitesse entre le noyau et l'écorce, nous a conduit à ce résultat inattendu :

THÉORÈME VI. — *Indépendamment de l'altération que les actions mutuelles du noyau et de l'écorce peuvent introduire dans certains termes de nutation, provenant du développement de la fonction perturbatrice, elles introduisent, en obliquité et en longitude, deux termes nouveaux, l'un à longue période* $\frac{n_1\pi}{\alpha_2}$ (431 jours?), *l'autre de forme eulérienne et de même période, abstraction faite de son caractère diurne.*

Chacun de ces termes renferme deux constantes arbitraires, qui ne peuvent être déterminées que par l'observation. Il en est de même de la période, à cause de notre ignorance absolue quant à la valeur du coefficient α_2.

Il y a donc deux nutations eulériennes, qui proviennent des conditions initiales du mouvement : la première est celle de notre ellipsoïde fictif; elle est commune à l'écorce et au noyau; sa période est de 304 jours. La seconde provient des différences entre les positions des axes et entre les vitesses angulaires de l'écorce et du noyau; elle affecte, comme la nutation eulérienne proprement dite, le caractère diurne affirmé par Laplace quant à celle-ci; sa période dépend des actions mutuelles, et ne peut être déterminée que par l'observation.

De plus, il existe une seconde nutation, provenant des actions mutuelles, qui a la même période que la précédente (abstraction faite du caractère diurne de celle-ci), et dont le sens est rétrograde.

§ 5. — *Développement de la fonction perturbatrice.*

28. Des termes nouveaux, insensibles pour la Terre entière, pourraient, on l'a vu (art. 20), devenir sensibles pour l'écorce, si le dénominateur N était très petit pour ces termes.

Afin de pouvoir les découvrir, nous développerons, plus complètement qu'on ne l'a fait, la fraction perturbatrice, en laissant de côté les termes lunaires, dont les expressions connues sont très suffisamment correctes.

Il s'agit de trouver le développement de

$$p = h\,\frac{4xz}{R_1}\left(\frac{D}{R}\right)^3.$$

Pour le Soleil, on a

$$\frac{4xz}{R^2} = s''\sin\varphi + s'(2\lambda)_1,$$

et

$$\left(\frac{D}{R}\right)^3 = 1 + \frac{9}{2}e^2 + \frac{21}{2}e^4 + 3e\left(1 + \frac{15}{4}e^2\right)\cos v + \frac{3}{2}e^2(1 + 3e^2)\cos 2v + \frac{1}{4}e^3\cos 3v\ (*).$$

Si l'on remplace, dans ces expressions, la longitude et l'anomalie vraies,

(*) Voir *Revision des constantes de l'astronomie stellaire*, pp. 67 et suivantes.

λ et υ, du Soleil, en fonction de sa longitude et de son anomalie moyennes, $\odot$ et u, d'après les tables de Le Verrier, abstraction faite du terme en $\mathrm{C} - \odot$:

$$\lambda = \odot + e_1 \sin u + e_2 \sin 2u + e_3 \sin 3u + e_4 \sin 4u - e'_2 \sin \Omega - e'_3 \sin 2\odot = \odot + \varepsilon,$$

on trouvera, en conservant nos notations antérieures (*),

$$\begin{aligned}
(2\lambda)_1 \left(\frac{D}{R}\right)^3 = {} & \left\{ a_0 \left(1 - 2E_2 + \frac{2}{3} G_4\right) - a_1 \left(e_1 + \frac{5}{2} E_3 - \frac{13}{6} F_3\right) \right\} (2\odot)_1 \\
& + \left\{ a_0 \left(e_1 - E_3 - \frac{2}{3} F_3\right) + \frac{a_1}{2} \left(1 + e_2 - \frac{9}{2} E_2 + \frac{1}{2} E'_2\right) \right\} (3\odot - \Gamma)_1 \\
& + \left\{ a_0 \left(e_1 + E_3 - \frac{2}{3} F_3\right) - a_1 \left(1 - \frac{1}{2} E_2 - \frac{3}{2} e_2 + \frac{9}{4} E'_2\right) \right\} (\odot + \Gamma)_1 \\
& - a_0 \left(e'_2 - \frac{2}{3} F'''_4\right) \{(2\odot + \Omega)_1 - (2\odot - \Omega)_1\} \\
& + \left(a_0 E'_2 - \frac{1}{2} a_1 e'_2\right) \{(\odot + \Gamma + \Omega)_1 - (\odot + \Gamma - \Omega)_1\} \\
& + \left(a_0 E'''_4 + \frac{3}{2} a_1 e'_3\right) (\odot - \Gamma)_1 \\
& - \left(a_0 E'''_4 - \frac{1}{2} a_1 e'_3\right) (-\odot + \Gamma)_1 \\
& + \left\{ a_0 \left(E_3 - e_3 - \frac{2}{3} F'_3\right) - \frac{a_1}{2} \left(e_2 - \frac{1}{2} E'_2\right) + a_2 \right\} (\odot + 3\Gamma)_1 \\
& + a_0 E'''_4 (3\odot + \Gamma)_1 \\
& + a_0 e'_3 (0)_1 \\
& + \left\{ a_0 \left(E'_2 - e_2 + \frac{2}{3} F_4 - \frac{1}{3} G'_4\right) - \frac{a_1}{2} \left(e_1 + 3e_3 + \frac{1}{2} E_3 - \frac{14}{3} F_3 + \frac{27}{6} F'_3\right) + a_2 - \frac{1}{2} a_0 e_1 \right\} (2\Gamma)_1 \\
& + \left\{ a_0 \left(E''_4 - \frac{2}{3} F''_4\right) + \frac{1}{4} a_1 E'_3 \right\} \{(2\Gamma + \Omega)_1 - (2\Gamma - \Omega)_1\}.
\end{aligned}$$

Les indices des divers coefficients indiquent l'ordre de ceux-ci par rapport aux puissances de l'excentricité; les coefficients du quatrième ordre les plus forts surpassent à peine $0''.1$.

(*) Voir *Revision des constantes de l'astronomie stellaire*, pp. 67 et suivantes.

29. Nous écrirons simplement le second membre, multiplié par s', et augmenté de $\sin\varphi\left(\frac{D}{R}\right)^3$, afin d'obtenir l'expression complète de

$$\frac{p}{h} = \frac{4xz}{R_2}\left(\frac{D}{R}\right)^3$$

relative au Soleil, en supprimant les termes dont la pratique astronomique n'a pas à tenir compte :

$$(26)\quad \left\{\begin{aligned}\frac{p}{h} = {} & s''a_0\sin\varphi + s'b_0(0)_1 - s'c_0(2\Gamma)_1 - s''c_4[\odot - \Gamma] \\ & + s'\{c_1(2\odot)_1 + c_2(3\odot - \Gamma)_1 - c_3(\odot + \Gamma)_1 - c_3'[(2\odot + \Omega)_1 - (2\odot - \Omega)_1] \\ & \quad + c_3'[(\odot + \Gamma + \Omega)_1] - c_4'[(2\Gamma + \Omega)_1 - (2\Gamma - \Omega)_1] \\ & \quad - c_5''(-\odot + 3\Gamma)_1 + c_5'''(-\odot + \Gamma)_1 + c_4'(\odot - \Gamma)_1\}.\end{aligned}\right.$$

Si nous comparons cette expression à celle de notre *Revision des constantes de l'astronomie stellaire,* page 76, nous voyons qu'il n'y a lieu d'ajouter à cette dernière que les termes en $\odot + \Gamma \pm \Omega$ et en $(-\odot + 3\Gamma)$, de coefficients respectifs $0''.2$ et $-0''.02$, qui sont absolument insensibles pour une Terre solide, et le seront certainement aussi pour l'écorce, ainsi que les termes du quatrième ordre en $2\Gamma \pm \Omega$.

Quant aux termes en $(\odot - \Gamma)$ et $(-\odot + \Gamma)$, trouvés antérieurement (*ibid.*, p. 73), ils ont pour coefficients respectifs $0''.13$ et $0''.003$, qui sont plus faibles que celui des termes en $\odot + \Gamma + \Omega$.

Or ces derniers seront bien plus considérablement augmentés que les premiers par l'intégration.

Nous ferons donc abstraction de ceux-ci.

30. Pour tous les termes précédents, qui sont de la forme $\varkappa \sin(\upsilon_1 t + \varphi)$, nous avons vu que les différences entre les $\Delta\theta$ et les $\Delta\psi$ de l'écorce et du noyau s'expriment, dans le cas du signe inférieur $(-\varphi)$ *seulement* (21), par

$$\Delta\theta - \Delta\theta' = -\frac{n\alpha_1}{N}(K''\sin\upsilon_1 t + K'\cos\upsilon_1 t),$$

$$s'(\Delta\psi - \Delta\psi') = -\frac{n\alpha_1}{N}(-K''\cos\upsilon_1 t + K'\sin\upsilon_1 t),$$

où

$$N = \upsilon_1^2 + n_1\upsilon_1 - 2\alpha_2 \quad \text{et} \quad n_1 = n(1 + \alpha_1).$$

Si $(\Delta\theta)_1$ et $(\Delta\psi)_1$ représentent les valeurs calculées pour notre ellipsoïde fictif (Terre solide), et qui sont respectivement

$$\frac{\Delta\theta + \Delta\theta'}{2} \quad \text{et} \quad \frac{\Delta\psi + \Delta\psi'}{2},$$

celles qui se rapportent à l'écorce seront

$$(27) \quad \left\{ \begin{array}{l} \Delta\theta = (\Delta\theta)_1 - \frac{1}{2}\frac{n\alpha_1}{N}(k'' \sin \upsilon_1 t + k' \cos \upsilon_1 t), \\ s'\Delta\psi = s'(\Delta\psi)_1 - \frac{1}{2}\frac{n\alpha_1}{N}(-k'' \cos \upsilon_1 t + k' \sin \upsilon_1 t). \end{array} \right.$$

De plus, nous avons vu (25) que les actions mutuelles introduisent deux termes, dépendants de constantes arbitraires, d'arguments

$$-\frac{2\alpha_2}{n_1}t \quad \text{et} \quad \left(n + \frac{2\alpha_2}{n_1}t\right),$$

le premier de période $\frac{n_1\pi}{\alpha_2}$, le second, diurne.

Il y a lieu de présumer que ce dernier est celui de Chandler, comme nous l'avons dit ci-dessus (art. 26); par suite, α_2 serait égal à $\frac{n_1\pi}{432}$ environ, le jour sidéral étant pris pour unité.

Pour que nos termes complémentaires, qui ont $\frac{1}{2}n\alpha_1$ pour facteur, puissent devenir sensibles, il faut que N soit très petit et, par suite, que υ_1 approche de $\frac{2\pi}{432}$, c'est-à-dire que la période de ces termes approche de 432 jours sidéraux. Les seuls pour lesquels cette circonstance puisse se présenter, sont ceux qui dépendent de la simple longitude du Soleil, augmentée d'arguments à longue période, et particulièrement les termes en $\odot + \Gamma + m\Omega$.

Mais on a vu qu'il y a déjà, dans ceux du développement précédent, des termes tellement faibles que nous avons pu les omettre. A plus forte raison ne tiendrons-nous nul compte de ceux en $\odot + \Gamma + 2\Omega$, $\odot + \Gamma + 4\Omega$, quoique ces derniers, d'une période de 465 jours, soient accrus dans une proportion très considérable par l'intégration. Ce ne serait, toutefois, que dans le cas

où α_2 approcherait très fort de $\frac{2\pi}{465}$, que ces derniers termes pourraient devenir sensibles.

31. Le coefficient de $\Delta\theta$ et de $s'\Delta\psi$, $-\frac{1}{2}\frac{\alpha_1 n}{N}$, doit encore être multiplié par h, puisque la fonction perturbatrice est (art. 28) :

$$p = h\frac{4\varkappa z}{R_2}\left(\frac{D}{R}\right)^3.$$

Or

$$-h = \frac{3}{4}\frac{m_1^2}{n};$$

le coefficient est donc

$$\frac{3}{8}\frac{m_1^2}{n}\alpha_1\frac{n}{N} = \frac{n^2}{N}[\bar{9}.962].$$

Mais

$$N = n^2\left[\upsilon_2(1+\upsilon_2) - \frac{1}{432}\right],$$

et le coefficient précédent se réduit à

$$\frac{[\bar{9}.962]}{\upsilon_2(1+\upsilon_2) - i}, \quad i = \frac{1}{432},$$

en écrivant $n\upsilon_1 = n^2\upsilon_2^2$ au lieu de $n_1\upsilon_1 = n(1+\alpha_1)\upsilon_1$. On a pris $\alpha_1 = 0.00328$, comme pour la Terre solide.

Si $\upsilon_2(1+\upsilon_2) - i$ n'est pas excessivement petit, on voit que les coefficients $\varkappa$ des termes de p doivent être considérables, pour que les termes complémentaires puissent être sensibles, à moins que les constantes k' et k'' ne soient très grandes, ce qui ne semble guère probable (*).

Or, pour les termes en $\odot + \Gamma + \Omega$, qui sont accrus dans la plus forte proportion, le logarithme de $\upsilon_2(1+\upsilon_2) - i$ est $\bar{3}.566$; celui du terme complémentaire en $\odot + \Gamma + \Omega$ sera donc $\bar{6}.396$; et comme, dans l'expression de $\frac{p}{h}$, le facteur des termes de cet argument est inférieur à $0''.5$, les termes

(*) Les observations de Gyldén nous ont conduit, en effet, à une correction très faible du coefficient des termes en $2\odot$ (art. 21).

complémentaires en $\odot + \Gamma + \Omega$ seront absolument négligeables. Il en est de même, à plus forte raison, de ceux en $(-3\odot + \Gamma)$.

32. Pour les termes dépendants de la simple longitude du Soleil,

$$s''c_4[\odot - \Gamma] \quad \text{et} \quad s'c_3(\odot + \Gamma)_1,$$

on a

$$\upsilon_2(1 + \upsilon_2) - i = \frac{1}{366} - \frac{1}{432},$$

dont l'inverse est [3.387], qui, multiplié par $[\bar{9}.962]$, donne $[\bar{5}.349]$. Mais, en secondes, $c_4 = [3.716]$, $c_3 = [3.238]$.

Les coefficients des termes complémentaires sont donc $[\bar{1}.065] = 0''.116$, et $[\bar{2}.587] = 0''.039$, si notre hypothèse sur l'identité du nouveau terme eulérien, provenant des actions mutuelles, avec celui de Chandler, est exacte.

Il y a lieu de rechercher aussi, à cause du fort coefficient c_1 des termes en $2\odot$, si ceux-ci ne seront pas altérés. Pour eux,

$$\upsilon_2(1 + \upsilon_2) - i = \frac{2}{367} - \frac{1}{432},$$

dont l'inverse est [2.504], qui, multiplié par $[\bar{9}.962]$, donne $[\bar{6}.466]$, et par $c_1 = [\bar{5}.314] : [\bar{1}.780] = 0''.60$. L'altération serait donc plus considérable que celle des termes précédents.

Pour les uns et les autres, du reste, il y a lieu de déterminer par l'observation les constantes k' et k''.

Nous y ferons rentrer le coefficient α_1, pris ci-dessus égal à 0.00328, et ferons (27) $\alpha_1 k' = k_1$, $\alpha_1 k'' = k_2$. Au lieu du coefficient précédent

$$[\bar{9}.962] = \frac{3}{8}\left(\frac{m_1}{n}\right)^2 \alpha_1,$$

on aura

$$\frac{3}{8}\left(\frac{m_1}{n}\right)^2 = [\bar{6}.446],$$

qui, multiplié par $\frac{1}{\upsilon_2(1 + \upsilon_2) - i}$, et ensuite par c_1, c_4, c_3, donne :

$$d_1 = [7.136], \quad d_4 = [6.421], \quad d_3 = [5.943].$$

33. En désignant par $\Delta_1\theta$ et $\Delta_1\psi$ les termes solaires complémentaires en obliquité et en longitude, et en se rappelant que, abstraction faite des termes en $+\varphi$, qui ne donnent lieu à aucune correction, on peut se borner à écrire

$$(M)_1 = (1 + c')\sin(M - \varphi),$$

$$[M] = \sin(M - \varphi),$$

on trouvera :

$$\Delta_1\theta = \frac{1}{2}s'(1 + c')\{d_1[k_2 \sin 2\odot + k_1 \cos 2\odot] - d_3[k_2 \sin(\odot + \Gamma) + k_1 \cos(\odot + \Gamma)]\}$$

$$-\frac{1}{2}s''d_4[k_2 \sin(\odot - \Gamma) + k_1 \cos(\odot - \Gamma)].$$

$$s'\Delta_1\psi = \frac{1}{2}s'(1 + c')\{d_1[-k_2 \cos 2\odot + k_1 \sin 2\odot] - d_3[-k_2 \cos(\odot + \Gamma) + k_1 \sin(\odot + \Gamma)]\}$$

$$-\frac{1}{2}s''d_4[-k_2 \cos(\odot - \Gamma) + k_1 \sin(\odot - \Gamma)],$$

ou, en effectuant les calculs numériques :

$$(28)\begin{cases} \Delta_1\theta = [6.707]\{k_2 \sin 2\odot + k_1 \cos 2\odot\} - [5.419]\{k_2 \sin(\odot + \Gamma) + k_1 \cos(\odot + \Gamma)\} \\ \qquad - [6.011]\{k_2 \sin(\odot - \Gamma) + k_1 \cos(\odot - \Gamma)\}. \\ s'\Delta_1\psi = [6.707]\{-k_2 \cos 2\odot + k_1 \sin 2\odot\} - [5.419]\{-k_2 \cos(\odot + \Gamma) + k_1 \sin(\odot + \Gamma)\} \\ \qquad - [6.011]\{-k_2 \cos(\odot - \Gamma) + k_1 \sin(\odot - \Gamma)\}. \end{cases}$$

Les coefficients qui entrent dans ces expressions ont été calculés dans l'hypothèse que le terme eulérien, provenant des actions mutuelles, a une période de 431 jours.

S'il n'en est pas ainsi, cette période devra être recherchée empiriquement; elle servira à déterminer la valeur de α_2, d'où l'on déduira, comme nous venons de le faire, les coefficients numériques de la formule (28).

Elle servira également à la détermination, au moyen de bonnes séries d'observations d'une même étoile, des constantes arbitraires de la formule (25), de même que des facteurs k_1 et k_2 de la formule (28).

On connaîtra alors tous les termes complémentaires de nutation, (25) et (28), dus aux actions mutuelles.

34. On sait que, avant la réduction des longitudes moyennes en longitudes vraies, les expressions de la nutation renferment un terme dépendant de la double longitude du périgée solaire. Ce terme disparaît au moyen de cette réduction, de même que le terme en $3\odot - \Gamma$ (le même procédé, appliqué aux termes lunaires, fait disparaître ceux en $3\mathbb{C} - \Gamma'$) (*).

Le terme en 2Γ reparaîtrait si les facteurs k_1 ou k_2 étaient un peu sensibles, puisqu'on devrait remplacer $\cos 2\odot_m$ ou $\sin 2\odot_m$ par

$$\cos 2\odot - \frac{5}{4} e^2 \cos 2\Gamma \quad \text{ou} \quad \sin 2\odot - \frac{5}{4} e^2 \sin 2\Gamma.$$

Mais ce cas est fort improbable, et nous laisserons de côté les termes en 2Γ dans l'expression complète que nous donnerons de la nutation en obliquité et en longitude.

§ 6. — *Expression de la nutation de l'écorce terrestre en obliquité et en longitude.*

35. Cette expression se décomposera en deux parties :

I. Nutation générale;

II. Nutation spéciale.

La première est indépendante, la seconde dépend de la longitude occidentale de l'observatoire par rapport au premier méridien (qui passe par l'axe du plus petit moment d'inertie A de l'écorce), en sorte que φ, temps sidéral de ce méridien, est égal à $L + \tau$, τ étant celui de l'observatoire.

La nutation générale I renfermera, outre les termes usuels, des termes nouveaux qui ne peuvent pas être négligés dans une réduction précise (**).

On n'a encore tenu nul compte de la nutation spéciale II, si l'on excepte les tentatives de Chandler quant à la recherche du terme eulérien.

(*) *Revision des constantes de l'astronomie stellaire*, p. 85.

(**) En ce qui concerne les développements de $(\Delta\theta)_1$ et de $s'(\Delta\psi)_1$, relatifs à notre ellipsoïde fictif (27), nous nous bornerons à reproduire ceux qui sont donnés dans notre *Revision des constantes de l'astronomie stellaire*, page 87. Le lecteur en trouvera la démonstration dans ce dernier travail.

Sous le n° III, enfin, figureront les termes qui proviendraient d'un déplacement possible du pôle d'inertie dû aux précipitations atmosphériques (*). Quelques astronomes, d'une certaine compétence en mécanique, ont émis l'opinion que les dépressions ou les surpressions atmosphériques pouvaient jouer le même rôle que les précipitations. C'est une profonde erreur : les pressions des différents secteurs de l'atmosphère peuvent être considérées comme des forces extérieures; si la somme de leurs moments n'est pas nulle, elles pourront déplacer, d'une quantité très faible, l'axe d'inertie dans l'espace, mais elles ne le déplaceront dans le corps que de la 300e partie de cette quantité, ce qui sera tout à fait insignifiant.

36. Les formules des variations périodiques de l'axe d'inertie de l'écorce, en obliquité et en longitude, sont :

$$(29)\quad \left\{\begin{array}{ll} \Delta\theta = \text{I.} & 9''.215\cos\Omega - 0''.090\cos 2\Omega + 0''.553\cos 2\odot \\ \text{Bradl.} & -0''.009\cos(\odot+\Gamma) + 0''.096\cos 2\mathbb{C} + 0''.018\cos(2\mathbb{C}-\Omega) \\ & + 2d_1\cos(2\odot+\theta) - 2d_2\cos(\odot+\Gamma-\theta) + \gamma''\sin(\beta_0''-\beta' t). \\ \text{Eul.} \quad \text{II.} & -\gamma\sin(\varphi+\beta t+\beta_0) + \gamma'\sin(\varphi+\beta' t+\beta_0'). \\ \text{Diurne} & +\nu[\Sigma_1\cos 2\varphi + \Sigma_2\sin 2\varphi]. \\ \text{III.} & -i\sin(\varphi+\text{I})\cos(\odot-\text{A}). \end{array}\right.$$

$$(30)\quad \left\{\begin{array}{ll} s'\Delta\psi = \text{I.} & 0.00023\Delta\theta.t - 6''.861\sin\Omega + 0''.090\sin 2\Omega - 0''.554\sin 2\odot \\ \text{Bradl.} & +0''.009\sin(\odot+\Gamma)+0''.051\sin(\odot-\Gamma)-0''.097\sin 2\mathbb{C}-0''.014\sin(2\mathbb{C}-\Omega) \\ & +0''.027\sin(\mathbb{C}-\Gamma')+2d_1\sin(2\odot-\theta)-2d_2\sin(\odot+\Gamma-\theta)+\gamma''\cos(\beta_0''-\beta' t). \\ \text{Eul.} \quad \text{II.} & -\gamma\cos(\varphi+\beta t+\beta_0)+\gamma'\cos(\varphi+\beta' t+\beta_0'). \\ \text{Diurne} & +\nu[-\Sigma_1\sin 2\varphi + \Sigma_2\cos 2\varphi]. \\ \text{III.} & -i\cos(\varphi+\text{I})\cos(\odot-\text{A}). \end{array}\right.$$

Σ_1 et Σ_2 représentent respectivement :

$$\Sigma_1 : -1.152 - 0.134\cos\Omega + 0.36\cos 2\odot + 0.84\cos 2\mathbb{C},$$

$$\Sigma_2 : \quad -0.18\sin\Omega + 0.39\sin 2\odot + 0.88\sin 2\mathbb{C},$$

en omettant quelques termes lunaires peu importants.

(*) Voir *Essai sur les variations de latitude*, 1894.

Nous avons trouvé $\nu = 0''.0666$, et $L = 2^h15^m$ E. de Greenwich; d'où $L = 2^h15^m + l$, pour un lieu situé à l heures à l'ouest de Greenwich; φ est égal à $L + \tau$, τ étant l'heure sidérale de l'observation.

Les arguments employés dans ces formules sont les longitudes *vraies*.

Le terme en γ est le terme eulérien proprement dit; sa période est de 304 jours moyens, abstraction faite de son caractère diurne.

Le terme en γ' est probablement le terme chandlérien, dont la période est de 431 jours, de même que celle du terme en γ''.

Il y a donc deux nutations eulériennes, de caractère diurne, qui proviennent des conditions initiales du mouvement.

La première est celle de notre ellipsoïde fictif : elle est commune à l'écorce et au noyau.

La seconde provient des différences entre les positions des axes et entre les vitesses angulaires de l'écorce et du noyau.

Mais, en outre, il existe une troisième nutation, sans caractère diurne, de même période que celle de cette dernière.

Cette période dépend de α_2 et ne peut être actuellement déterminée que par l'observation. Il est à présumer que c'est la période de Chandler.

Il y aura lieu de rechercher également s'il n'existe pas de termes dépendants du périgée lunaire. Si cette éventualité, que nous considérons comme fort probable, se réalise, il y aura également un terme dépendant du périgée solaire. A raison de la longueur de sa période, ce dernier terme devra rentrer dans celui de la précession, et il en résultera une modification plus ou moins sensible dans la constante de la précession luni-solaire (*).

(*) Voir, sur ce sujet, notre *Traité des réductions stellaires*, pages 37 et suivante, où nous avons démontré que l'on ne peut pas déterminer les coefficients de ces termes au moyen d'observations sur le pendule, comme Bessel, Peters et Nyrén ont tenté de le faire.

§ 7. — *Des variations en ascension droite et en déclinaison.*

37. On sait que les variations en ascension droite et en déclinaison se déduisent des précédentes au moyen des formules

$$\Delta\alpha = \cos\theta\,\Delta\psi + \operatorname{tg}\delta(\sin\alpha\, s'\Delta\psi - \cos\alpha\Delta\theta),$$
$$\Delta\delta = \cos\alpha\, s'\Delta\psi + \sin\alpha\,\Delta\theta,$$

auxquelles on devra ajouter, pour les circompolaires, les termes du second ordre dont il sera fait mention plus bas.

Occupons-nous, en particulier, des nutations eulérienne et chandlérienne, dans le cas d'observations de passages supérieurs et inférieurs consécutifs. Alors $\varphi = L + \alpha$ pour les premiers, $L + \alpha + 12^h$ pour les seconds.

On aura, en laissant de côté le terme $\cos\theta\Delta\psi$ de ces nutations, qui rentre dans la correction de la pendule :

$$(31)\ldots\ldots\begin{cases} \cot\delta\,\Delta\alpha_s = \gamma\sin(\beta_1+\beta t) - \gamma'\sin(\beta'_1+\beta' t), \\ \cot\delta\,\Delta\alpha_i = -\gamma\sin(\beta_1+\beta t) + \gamma'\sin(\beta'_1+\beta' t), \\ \Delta\delta_s = -\gamma\cos(\beta_1+\beta t) + \gamma'\cos(\beta'_1+\beta' t), \\ \Delta\delta_i = \gamma\cos(\beta_1+\beta t) - \gamma'\cos(\beta'_1+\beta' t), \end{cases}$$

où β_1 et β'_1 représentent $\beta_0 + L$ et $\beta'_0 + L$.

On voit que ces deux nutations s'éliminent dans la moyenne des observations faites à deux passages consécutifs (supérieur et inférieur).

Il en serait de même quant aux déviations périodiques de la verticale et quant aux déplacements de l'axe d'inertie, à raison de leur caractère également diurne.

L'élimination de ces quatre variations, dont l'avant-dernière joue un très grand rôle dans les observations de latitude, est de nature à établir, comme nous nous proposons de le faire prochainement, l'invariabilité du pôle d'inertie, affirmée par nous depuis plus de sept ans (*).

(*) *B. A.*, 1890. *Bull. de l'Académie royale de Belgique*, 1892, n° 12.

38. Si, au lieu de prendre la moyenne des observations de deux passages (s et i) consécutifs, on en fait la différence, on éliminera la nutation bradléenne ainsi que la nutation diurne, et l'on doublera les nutations eulérienne et chandlérienne, de même que la variation annuelle provenant d'un déplacement du pôle d'inertie; mais on doublera également les termes provenant des déviations périodiques de la verticale, dont l'expression est encore à trouver.

Et c'est là, pour nous, la source de la plus grave difficulté qui se rencontre dans la solution de la question de la variation des latitudes.

39. Enfin, à raison de l'indépendance des mouvements à courte période de l'écorce, celle-ci n'a pas une vitesse angulaire rigoureusement uniforme autour de l'axe géographique, et il en résulte, pour l'angle φ, que la trace de l'équateur sur l'écliptique fait avec la ligne des équinoxes des variations périodiques déterminées par la formule (*)

$$(32) \quad \Delta\varphi = -\frac{1}{2}\nu[0.5 \sin 2\varphi + 2.15 \sin (2\mathbb{C} - 2\varphi) + 0.92 \sin (2\odot - 2\varphi)],$$

et que nous avons désignées sous le nom de libration terrestre (**).

L'expression complète de l'angle φ est donc

$$\varphi = n_1 t + \Delta\mu + \Delta\varphi;$$

$\nu(32)$ est le coefficient de la nutation diurne $\frac{0^s.067}{15}$; $\Delta\mu$ la nutation équatoriale de l'équinoxe.

La définition de l'heure *correcte*, c'est-à-dire *rigoureusement uniforme*, ne peut être que

$$h = n_1 t.$$

On a donc $\varphi = h + \Delta\mu + \Delta\varphi$; et l'on en conclut que l'*ascension droite* d'une étoile est égale à l'*heure correcte* de son passage supérieur au méri-

(*) *Théorie des mouvements diurne, etc., de l'axe du monde*, et *Revision des constantes de l'astronomie stellaire*, p. 92.

(**) *Annuaire de l'Observatoire royal de Belgique pour 1887.*

dien, augmentée de la *nutation équatoriale de l'équinoxe* et de la *libration terrestre* en cet instant.

(Voir, sur ce sujet, *Théorie des mouvements diurne, annuel et séculaire de l'axe du monde,* et *Revision des constantes de l'astronomie stellaire,* pp. 93 et suiv.)

§ 8. — *Formules complémentaires de la réduction au lieu apparent.*

40. Les formules précédentes permettent de passer du lieu moyen d'un astre à son lieu vrai.

Pour obtenir le lieu apparent, il faut encore introduire l'influence de l'aberration, de la parallaxe et de la réfraction.

Nous ne nous occuperons pas des deux dernières.

Quant à l'aberration, comme aucun traité n'en renferme les expressions complètes, en ce qui concerne les termes du second ordre, nous croyons utile de reproduire ceux que nous avons donnés, avec démonstration, dans notre *Revision des constantes de l'astronomie stellaire,* pages 98 et suivantes (*).

Les formules qui suivent renferment les expressions complètes des termes du second ordre, tant de la nutation que de l'aberration.

La lettre **d** y représente la nutation (précession comprise); Δ, la réduction complète (nutation et aberration); r, la réfraction; k et k', les constantes des aberrations annuelle et systématique; A', l'Apex du mouvement du système solaire; A_δ, l'aberration en déclinaison; s' et c', les sinus et cosinus de l'obliquité θ; α, δ, les coordonnées moyennes :

$$(53)\quad \left\{\begin{aligned}
\Delta^2\alpha &= \frac{2}{\sin 2\delta}\left(1-\frac{1}{2}\cos^2\delta\right)\Delta\alpha\Delta\delta - \operatorname{tg}\delta\,\mathbf{d}\delta\, c'\mathbf{d}\psi + \Delta_\varphi \\
&\quad - k'\sec\delta[\operatorname{tg}\delta\sin(A'-\alpha)\,\mathbf{d}\delta - \cos(A'-\alpha)\,\mathbf{d}\alpha] \\
&\quad + kk'\sec^2\delta[\sin(A'-2\alpha)\sin\odot - c'\cos(A'-2\alpha)\cos\odot] \\
&\quad + \frac{2s'kk'}{\sin 2\delta}\cos\odot\sin(A'-\alpha) + r\operatorname{tg}\delta(\Delta\alpha - c'\mathbf{d}\psi). \\
\Delta^2\delta &= -\frac{1}{4}\sin 2\delta(\Delta\alpha)^2 + k\frac{s'}{\sin\delta}\cos\odot A_\delta + k\sin\delta\sin(A'-\alpha)\,\mathbf{d}\alpha \\
&\quad - kk'\operatorname{tg}\delta\sin(A'-\alpha)(c'\cos\alpha\cos\odot + \sin\alpha\sin\odot).
\end{aligned}\right.$$

(*) Nous y avons ajouté les termes en k', provenant de la combinaison de l'aberration systématique et de la nutation, termes qui peuvent n'être pas négligeables.

41. Nous donnerons enfin les formules qui expriment la variation du lieu moyen d'une étoile, d'une époque à une autre, en vertu de la vitesse et de l'aberration systématiques.

M désignera cette variation en ascension droite; N, en D; n, le produit $s'p = 20''$; T', la tangente de la déclinaison de l'Apex; ϖ', le produit de la parallaxe de l'étoile par le rapport de la vitesse systématique *réduite* (c'est-à-dire projetée sur l'équateur) au rayon de l'orbite terrestre. L'unité de temps est l'année :

$$(34)\ \ldots\ \begin{cases} \mathrm{M} = -\varpi' \sec\delta \sin(\mathrm{A}' - \alpha) \\ \qquad - k'n \sec\delta \operatorname{tg}\delta [\sin(\mathrm{A}' - 2\alpha) + \mathrm{T}' \cot\delta \sin \mathrm{A}' \cos(\mathrm{A}' - \alpha)]. \\ \mathrm{N} = \varpi' [\sin\delta \cos(\mathrm{A}' - \alpha) - \cos\delta \mathrm{T}'] \\ \quad + \frac{1}{2} k'n \sec\delta [\cos(\mathrm{A}' - 2\alpha) + \cos \mathrm{A}' \cos 2\delta] \\ \quad + k'n\mathrm{T}' \sin\delta \cos \mathrm{A}' \cos(\mathrm{A}' - \alpha). \end{cases}$$

On voit qu'il est aisé d'éliminer la parallaxe de l'étoile entre ces deux équations.

Si l'on ajoute, au second membre de la première, $(m + n \sin\alpha \operatorname{tg}\delta)\varkappa$, de la seconde, $n \cos\alpha . \varkappa$, on obtiendra, après cette élimination, une équation de condition qui renfermera les inconnues $\varkappa$ et k' seulement, en supposant donnée la position de l'Apex.

Cette équation, appliquée à un grand nombre d'étoiles, dont on connaît les positions à un siècle d'intervalle, fournira un système dans lequel on éliminera, par un procédé convenable, les mouvements propres objectifs des étoiles. On connaîtra ainsi $\varkappa$, qui donnera la correction de la constante de la précession, et k', constante *réduite* de l'aberration systématique, qui déterminera la vitesse *réduite* du système solaire.

On peut aussi faire servir ces équations à la détermination de A' et de T', en considérant d'abord T', T' sin A' et T' cos A' comme connus, et prenant pour inconnues $\varkappa$, k' sin A' et k' cos A'.

A' étant déterminé, le calcul de T' sera fort simple.

Le procédé qui vient d'être exposé est le seul au moyen duquel on puisse

rigoureusement déterminer la constante de la précession et la vitesse systématique.

Quand ces quantités seront connues, chacune des deux expressions **M** et **N** (augmentées, dans leurs seconds membres, des termes additionnels de précession) permettra de calculer ϖ', et, par suite, la parallaxe *absolue* de l'étoile. Les deux valeurs obtenues ne concorderont entre elles que si l'étoile n'a pas de mouvement objectif et a été correctement observée aux deux époques.

Ce procédé permettra, sans doute, de déterminer un assez grand nombre de parallaxes, d'une manière fort simple.

§ 9. — *Conclusion.*

42. Nous avons exposé, dans ces dernières pages, les formules capitales de l'astronomie sphérique du XX^e siècle.

L'astronomie du XIX^e siècle repose sur les formules de Bessel, qui ont pour base la théorie laplacienne du mouvement de la Terre solide.

Aujourd'hui que la fluidité superficielle de la Terre, en dessous de son écorce, est établie, aussi bien par la géologie que par l'existence de la nutation diurne, qui serait impossible pour une Terre solide, c'est la théorie du mouvement de cette écorce qui doit servir de base à l'astronomie sphérique.

Nous l'avons esquissée, en ce travail, quant au mouvement de rotation de l'écorce.

Il s'agirait d'établir également la théorie des mouvements de translation de l'écorce et du noyau, pour en déduire la loi des déviations périodiques de la verticale, qui proviennent, pour la plus grande part, de la non-coïncidence des centres de gravité de ces deux corps.

L'élasticité de l'écorce devrait intervenir également dans la théorie de son mouvement.

Celle-ci n'est donc pas achevée.

Les résultats que nous venons d'en déduire sont, toutefois, assez importants pour que nos formules diffèrent, par des termes qui ne sont nullement

négligeables, de celles de Peters et, surtout, de celles d'Oppolzer, dont les astronomes font usage depuis trente ans.

Ce ne sera pas l'un des moindres services rendus à l'astronomie, que d'avoir démontré l'incorrection radicale de ces dernières, qui a enrayé bien longtemps les progrès de la science (*).

Il faut, sous peine de continuer à errer gravement, que l'astronomie de précision en revienne aux observations de Bessel, dans un méridien *fixe,* et aux formules de Laplace, augmentées des termes nouveaux trouvés, soit par un développement plus scrupuleux, soit par la considération de l'état fluide du globe en dessous de son écorce. Ce sont là des compléments indispensables que nous avons essayé de donner dans ce travail, et qui nous semblent justifier le sous-titre que nous lui avons donné : « Fondements de l'astronomie sphérique du XX^e^ siècle. »

(*) Depuis 1890, nous avons constamment soutenu la supériorité de la méthode de Laplace sur celle d'Oppolzer. En 1896, nous avons démontré, dans la *Vierteljahrschrift,* que les formules de l'astronome viennois sont fausses; cette démonstration a paru, avec plus de développements, dans les Notices extraites de l'*Annuaire de l'Observatoire pour 1897.* Postérieurement, nous avons fait voir dans deux notes (*Bull. de l'Académie*, 3^e^ série, t. XXXIII) que, si l'on veut rapporter correctement les formules à l'axe instantané, la nutation eulérienne, qu'Oppolzer a cru éliminer par ce procédé, ne disparaît qu'en obliquité, mais subsiste en longitude, et, chose plus grave, intervient même dans l'expression de l'heure! Il est étonnant que des géomètres illustres ne se soient pas aperçus de l'erreur dans laquelle a versé, à son insu, l'astronome viennois. (Voir, sur ce sujet, *Bull. de l'Académie,* 3^e^ série, t. II, III, XX à XXX; *Comptes rendus,* 1890, 1891; *Bull. astron.*, 1889, 1890; *Monthly Not.*, 1890; *Acta mathem.*, 1892.)

DE SECTEN

DER

GEESELAARS EN DER DANSERS

IN DE NEDERLANDEN TIJDENS DE 14DE EEUW

DOOR

Dr PAUL FREDERICQ

HOOGLEERAAR TE GENT

WERKEND LID DER KONINKLIJKE ACADEMIE VAN BELGIË

MET EENE GEKLEURDE PLAAT

(Aan de Klas der Letteren in hare zitting van 12 October 1896 aangeboden.)

INHOUD.

Blz.

EEN WOORD VOORAF 1

INLEIDING. — *De godsdienstige beroeringen in de Nederlanden tijdens de 14de eeuw* . . 3

De 14de eeuw, een tijdvak van crisis voor het Pausdom en van algemeene beroering in het geloof, ook in de Nederlanden.

EERSTE HOOFDSTUK. — *De opkomst van de Secte der Geeselaars in 1349.* 6

De Geeselaars omstreeks het midden der 13de eeuw in Italië, van daar in Duitschland (1260). — De « Zwarte Dood » in 1348-1349. — In 1349 komen de Geeselaars uit Duitschland naar de Nederlanden. — Te Luik en te Doornik. — Bepaalde bedevaartplaatsen te Baudeloo, Mont-Saint-Aubert, Doornik, Londen, enz. — Hun getal. — Kronijk van Ægidius Le Muisit over de Geeselaars te Doornik. — Verbittering tegen de geestelijkheid aldaar. — De Doornikenaars volgen het voorbeeld der vreemde Geeselaars na. — Opsomming der benden, die Doornik bezoeken : 5272 vreemde Geeselaars aldaar tusschen 15 Augustus en begin October 1349, vooral uit Vlaanderen afkomstig. — Jaarlijksche groote processie aldaar (14 September). — Einde der Geeselaarsbeweging te Doornik. — Kleederdracht der Geeselaars. — Hunne optochten. — Hun gezang. — Hunne Nederlandsche en Waalsche liederen. — Hunne oefeningen onder het geeselen. — Hunne verdere levenswijze. — Vrouwen onder hen.

TWEEDE HOOFDSTUK. — *De onderdrukking der eerste Geeselaars (1349-1357) en de tweede opkomst der Secte in 1400* 24

Zedelijke voorschriften der Geeselaars. — Verbetering der openbare zedelijkheid, naar het getuigenis van Le Muisit, Boendale en Froissart. — Geestdrift der bevolking. — Grieven der geestelijkheid tegen de Geeselaars. — Zij staan buiten de Kerk. — Sporen van ketterij in de sermoenen van den Luikschen predikheer, eenen hunner aanvoerders, te Doornik, Valencijn en elders. — Hunne nieuwe practijken. — Hun optreden bij het begraven der dooden. — De geestelijkheid durft de Geeselaars eerst niet vervolgen, doch beschouwt ze als ketters. — Hunne mirakels. — Het reglement der Brugsche Geeselaars. — Het reglement door Le Muisit te Doornik opgeteekend. — De godgeleerden der Parijsche Hoogeschool treden tegen de Geeselaars op bij den Franschen koning en bij paus Clemens VI. — Twee duizend Duitsche Geeselaars te Avignon. — De Nederlander Jan du Fay als gezant der Parijsche godgeleerden te Avignon. — Veroor-

Blz.

deeling der Geeselaars door paus Clemens VI (Avignon, 19 October 1349). — Straffen tegen de geestelijken, die aan de beweging hebben deel genomen. — De bul aan den bisschop van Kamerijk gezonden. — Kastijding der schuldige geestelijken in de Nederlanden. — De Geeselaars uit Frankrijk geweerd door koning Philips VI van Valois. — Zijn edict tegen de Geeselaars van Doornik (15 Februari 1350). — Houding van den Doornikschen magistraat tegenover de Geeselaars der stad : eerst is hij gedwongen meegaande en aanmoedigend te handelen, doch later, zelfs vóór het koninklijk bevel, neemt hij strenge maatregels tegen de Geeselaars (27 October 1349, 19 Februari, 8 Maart en 26 Mei 1350, 28 Maart 1351). — Gelijkaardige handelingen van den magistraat te Deventer, te Leuven, te Mechelen en te Gent (1349-1350). — De secte der Geeselaars leeft nog een tijdje voort. — Synodale statuten van Utrecht tegen de Geeselaars (13 Mei 1355). — Scherp bevel van den aartsbisschop van Keulen (15 April 1353). — Zijn nieuw bevel in 1357. — Het gelijktijdig *Boec van der Wraken* trekt openlijk partij voor de Geeselaars tegen de Kerk. — Tweede Geeselaarsbeweging in 1400. — Te Maastricht, Wezet (Visé) en Tongeren. — Verordening van den Oudburg en van de stadsregeering te Gent tegen die Geeselaars en hunne begunstigers (18 Augustus 1400).

DERDE HOOFDSTUK. — *De Secte der Dansers in 1374* 48

De Dansers komen uit Duitschland naar het Luikerland overgewaaid. — Te Aken in Juli 1374. — Hunne handelingen en liederen. — Verbreiding der Secte in September en October over Maastricht, Tongeren, Luik, Henegouwen en Frankrijk. — Overal vinden zij navolging bij de bevolking. — Kronijk van den Tongerschen deken Radulphus de Rivo over de Dansers te Luik. — Hunne verbittering tegen de zedelooze geestelijken. — Hunne samenzwering te Herstal tegen de geestelijkheid verijdeld. — Zegepraal der seculiere geestelijkheid over den duivel. — Bezwering der duivels in het lichaam der Dansers te Luik. — De priester Lodewijk Loves en anderen verjagen de duivels en houden allerlei gesprekken met hen. — Hetzelfde geschiedt te Aken. — Geval van den kerkbediende in de kerk van het H. Kruis te Luik. — Volledig middeleeuwsch tafereel. — Verdere verbreiding der Dansersbeweging. — De Dansers in Vlaanderen, Brabant en Gelderland. — Optreden der wereldlijke macht tegen de Dansers, bij voorbeeld te Gent. — De beweging houdt op, na een viertal jaren gewoed te hebben.

AANHANGSEL. — Uittreksel uit de onuitgegeven *Cronica episcoporum Leodiensium* over de Dansers 59

Uittreksel uit dezelfde kronijk over de Geeselaars van 1400 62

EEN WOORD VOORAF

In deze verhandeling verwijs ik dikwijls naar de stukken uitgegeven in de twee deelen van mijn *Corpus documentorum Inquisitionis haereticae pravitatis Neerlandicae* [1], dat ik, kortheidshalve, als *Corpus* I en II aanhaal; doch telkens wordt in dat geval ook het boek opgegeven, waarin degenen, die mijn werk niet zouden bezitten, die stukken kunnen aantreffen.

De gekleurde plaat tegenover het titelblad is het fac-simile eener miniatuur der 14de eeuw, voorstellende eenen optocht der Geeselaars met kruis, vaan en waskaarsen te Doornik in 1349. Die schilderachtige afbeelding is te vinden in het HS. 13076-13077 der Koninklijke Bibliotheek van Brussel, bevattende de bekende kronijk van den Doornikschen tijdgenoot Ægidius Li Muisis of Le Muisit [2]. De teekening komt overigens geheel en al overeen met de omstandige beschrijvingen van den kronijkschrijver en werd naar alle waarschijnlijkheid door eenen ooggetuige ter plaats zelve en tijdens de gebeurtenissen vervaardigd.

Op die belangrijke miniatuur werd sedert lang de aandacht der geleerde wereld gevestigd. In hun bekend (*Second*) *Voyage littéraire de deux religieux bénédictins de la Congrégation de Saint-Maur* (Parijs, 1724) hebben Martène en Durand er reeds het volgende (blz. 105) over geschreven : « Nous

[1] Gent en 's Gravenhage; I, XL-540 blz., 1889; II, XXIV-412 blz., 1896.

[2] Zie E.-C. DE GERLACHE, *Notice sur un manuscrit de li Muisis* (27 blz. in-4° in de *Nouveaux mémoires de l'Académie royale de Belgique*, deel X. Brussel, 1837).

» restâmes deux jours à Tournay fort édifiés de la communauté de Saint-
» Martin... Lorsque nous prîmes congé de Monsieur l'abbé, il eut la bonté
» de nous prester un manuscrit de Gilles de Muits (*sic*), abbé de Saint-Martin
» de Tournay, qui contient l'histoire des Flagellans et ce qui se passa de
» son tems à leur occasion dans le pays. Cet auteur mit à la tête de son
» histoire une vignette où ils sont représentez dans une procession, les
» épaules nuës et le fouët à la main, en la manière qui suit. » (In den tekst volgt eene houtgravuur [1], die op zeer ontrouwe wijze de miniatuur van het handschrift afbeeldt.) Veel getrouwer, doch niet getrouw genoeg, is de lijnteekening op koopererts van den Gentschen graveur Ongena in de uitgave van Li Muisis' kronijk, voorkomende bij J.-J. De Smet, *Corpus chronicorum Flandriae,* deel II, tegenover blz. 348 (Brussel, 1841) [2].

Ik dank de Academie voor de bereidwilligheid, waarmede zij mij de toelating gaf om die merkwaardige gekleurde afbeelding bij mijne verhandeling te voegen.

[1] In *Le Magasin pittoresque* (17de jaargang, 1849, blz. 360) komt, naar die houtgravuur, een nog gebrekkiger plaatje (omgekeerd van rechts naar links) voor, tot illustratie van een ongeteekend en onbeduidend stuk getiteld *Les Flagellants*.

[2] E.-G. Förstemann, in zijn belangrijk werk *Die christlichen Geisslergesellschaften* (Halle, 1828, blz. 294, 295), verwijst, onder den titel van *Abbildungen der Geissler (Holzschnitte und Kupferstiche)*, naar zes platen, waaronder die van Martène en Durand aan 't hoofd. De vijf overige, in andere werken voorkomende, zijn uit de verbeelding der teekenaars gesproten en bezitten geene waarde. Men zou er eene zevende, ook zonder eenige waarde, kunnen bijvoegen; zij is te vinden in IJsbrand van Hamelsveld's *Alg. kerkelijke geschiedenis der christenen* (deel XVIII, blz. 306. Haarlem, 1809).

Anno dñi mo ccc xlix die assumptionis virginis gloriose venerunt a villa brugen(sium) frater. cc. homines: quasi hora prandij. Cum autem adunati essent circa horam tercie et statim rumor magnus exiit quod tota illa patria brugensis in maxima devocione et penitencia compassi personis et condolere et deo gratias reddere super tanta penitencia quam gravissimam reputabant. Remanserunt quidem dicti brugenses in civitate per

De Geeselaars te Doornik in 1349.

Miniatuur van een H.S. van Gilles Le Muisit (of Li Muisis), der Koninklyke Bibliotheek te Brussel.

G. Gaerlette, del.º Erasmus

DE SECTEN

DER

GEESELAARS EN DER DANSERS

IN DE NEDERLANDEN TIJDENS DE 14DE EEUW.

INLEIDING.

De godsdienstige beroeringen in de Nederlanden tijdens de 14de eeuw.

De 14de eeuw is een tijd van geweldige crisis geweest voor het Pausdom.

Niet zoodra was de vreeselijke strijd tusschen Bonifacius VIII en den Franschen koning Philips IV den Schoone ten nadeele van den H. Stoel afgeloopen, of de pausen verlieten Rome en gingen zich te Avignon vestigen, waar zij gedurende meer dan zeventig jaren, van 1305 tot 1378 [1], in de « Babylonische ballingschap » verbleven; en het einde dier noodlottige verwijdering uit de Eeuwige Stad was dan nog het uitgangspunt van het Groote Schisma, dat veertig jaren (1378-1418) aanhield, tijdens dewelke de Christenheid voortdurend minstens twee vijandige pausen aanschouwen moest, die elkander met al hunne wederzijdsche aanhangers, namelijk al de katholieke volkeren en landen van West-Europa, bij beurten verketterden en banbliksemden.

De Fransche pausen van Avignon hadden het gezag van den H. Stoel in

[1] Met eene onderbreking van slechts twee jaren (1367-1369), toen de besluitelooze Urbanus V te Rome kwam verblijven, om weldra naar Avignon terug te keeren.

de oogen van de vijanden en benijders der Fransche kroon reeds krachtig geschokt. Na hen ondermijnden de dubbele vertegenwoordigers van het Pausdom elkander met eene blinde hartstochtelijkheid en brachten hierdoor den invloed en het aanzien van den weleer zoo machtigen H. Vader schier op niets terug.

Dit alles is overbekend; maar men weet niet genoeg, dat de 14de eeuw in geheel West-Europa, en ook in de Nederlanden, een tijdvak is geweest van algemeene beroering in het geloof, en dat de ketterijen alsdan te allen kante weelderig opschoten onder de meest verscheidene vormen. Ook heeft de Kerk, in den loop van de « Eeuw der Artevelden », veel moeilijkheden gehad met de talrijke en steeds afwisselende soorten van Nederlandsche ketters.

Reeds op het einde der 13de eeuw gaat zij haren hardnekkigen strijd aan tegen de verdachte vrije broederschappen der Beggarden en Begijnen; en die strijd duurt, met allerlei tusschenpoozen en wisselvalligheden, meer dan honderd jaren voort [1].

Bij den aanvang der 14de eeuw regelt zij, onder voorwendsel van ketterij, de verschrikkelijke afschaffing en verdelging van de oude en machtige orde der Tempelridders, die ook over onze gewesten verspreid was [2].

Kort na 't eerste vierde der eeuw, neemt de volksopstand der Kerels in Vlaanderen eenigszins eene kettersche richting aan en, na de bloedige onderdrukking dier sociale muiterij, wordt een der hoofdmannen, Jacob Peyt van Winoksbergen, die reeds begraven was, op bevel der bisschoppelijke Inquisitie als ketter uit zijn graf in 1329 opgedolven en zijn gebeente tot pulver verbrand [3].

Omstreeks denzelfden tijd komen Brabant en zelfs andere Nederlandsche gewesten in beroering door toedoen der geheimzinnige ketterin Bloemaerdinne (Zuster Hadewijch) van Brussel [4], gestorven ongeveer in 1336.

[1] Zie de stukken daarover in *Corpus* I en II, *passim*.

[2] Zie de stukken over de vervolging tegen de Nederlandsche Tempelridders in *Corpus* I, blz. 161-163, en in *Corpus* II, blz. 51-63 en 65-72.

[3] Zie de stukken in *Corpus* I, blz. 181-184.

[4] Zie de stukken in *Corpus* I, blz. 185-187, en mijne verhandeling *De geheimzinnige ketterin Bloemaerdinne (Zuster Hadewijch) en de secte der « Nuwe » te Brussel in de 14de eeuw*. (VERSLAGEN EN MEDEDEELINGEN DER KON. AKADEMIE VAN WETENSCHAPPEN, Afd. Letterkunde, 3e reeks, deel XII. Amsterdam, 1895.)

Op het einde der eeuw heeft de Kerk te kampen met machtige ketterijen in Holland en Overijssel, en treedt er de beroemde Geert Groote op als dilettant-kettermeester tegen broeder Bartholomaeus en zijne aanhangers in het bisdom Utrecht [1].

En de pauselijke inquisiteurs, die uit Duitschland naar de Nederlanden komen afgezakt, hervatten alsdan de onderbrokene vervolging tegen de verdachte vrije broederschappen, vooral in het geestelijk gebied van den Utrechtschen bisschop [2].

Zelfs groote aanstekelijke kettersche koortsen hebben in die fel bewogene 14de eeuw over de Nederlanden gewoed.

In 1349 waait uit de Rijnlanden de secte der Geeselaars naar de oevers van Maas en Schelde over en loopt er rond als een vuur. Honderden, duizenden onttrekken zich alsdan tijdelijk aan de tucht der Kerk, en slechts met groote krachtinspanning kan deze het volksgemoed van die smetziekte zuiveren; ja, in 1400 komt die geestelijke koorts ten tweeden male in onze gewesten op, maar met verzwakte krachten, en zij wordt alsdan spoedig overwonnen.

Ondertusschen had, in 1374, de verdachte secte der Dansers, eerst de Maasvallei in het Luikerland, en verder een goed deel der Nederlanden in beroering gebracht en zij bedreigde er tijdelijk de Kerk op onrustbarende wijze.

Overal gisting en woeling op godsdienstig gebied, ziedaar het kenmerk van het geestelijk leven der 14de eeuw in onze gewesten, die gelijktijdig werden aangegrepen door de grootsche staatkundige en maatschappelijke koortsen, waarop zich tot hiertoe veel te uitsluitend de aandacht der geschiedenis heeft gevestigd.

[1] Zie de stukken in *Corpus* I, blz. 239-249, en W. Moll, *Geert Groote de ketterhamer*, in de *Studiën en Bijdragen op 't gebied der historische theologie*, deel I (1870).

[2] Zie de stukken in *Corpus* I, blz. 250-252, en in *Corpus* II, blz. 150-185.

EERSTE HOOFDSTUK.

De opkomst van de secte der Geeselaars in 1349.

Juist in 't midden en juist op het einde der 14de eeuw, schier samenvallend met de pauselijke jubeljaren 1350 en 1400, zien wij in onze gewesten de secte der Geeselaars [1] gedurende eenige maanden aan 't woeden om dan weer spoorloos uit te sterven. Het is als eene voorbijgaande geestelijke smetziekte, die met eene tusschenpoos van stipt vijftig jaren de Nederlanden tweemaal heeft geteisterd [2].

Die godsdienstige opgewondenheid, welke door de Kerk met zeer leede oogen werd aanschouwd en door haar ten slotte met ketterij werd gelijkgesteld, had zich reeds vroeger in andere landen vertoond. In 't midden der 13de eeuw ontstond zij in Italië, dat alsdan door de pest en andere rampen bezocht werd en waar de openbare boetewerken voor doel hadden God's toorn af te wenden. In 1260 sloeg zij uit Italië naar Zuid-Duitschland over, maar heerschte er slechts korten tijd. Toen echter de verschrikkelijke pest of « Zwarte Dood » van 1348-1349 alom door Europa woedde, ontstond er onder de westelijke Christenen eene algemeene woeste beroering, die op veel plaatsen, ook in de Nederlanden, tot de uitmoording der Joden leidde

[1] De Latijnsche kronijken noemen ze *Flagellatores* of *Pœnitentes;* in de Fransche stukken heeten zij *Flagelleurs, Batteurs* of *Penans;* in de Nederlandsche noemt men hen *Geeselaars* of *Cruusbroeders,* naar de kruisen die zij op hunnen hoed en op hun overkleed droegen. In de 16de eeuw zegt Meyerus : « Qui fratres *Cruciferi* et *Flagellatores* appellabantur. » (*Corpus* I, blz. 198.)

[2] Zie hierover Kervyn de Lettenhove, *Histoire de Flandre* (1ste uitgave), deel III, blz. 353-359; het merkwaardig hoofdstuk : *De Geeselaars en de Dansers,* bij W. Moll, *Kerkgeschiedenis van Nederland vóór de Hervorming,* deel II, derde stuk, blz. 73-84; Hoffmann von Fallersleben, *Geschichte des deutschen Kirchenliedes bis auf Luthers Zeit,* 3de uitgave (1861), blz. 130 en volg.; en de groote Duitsche werken over de middeleeuwsche kerkgeschiedenis, vooral het doorwrocht artikel van J. Zacher, in *Ersch und Gruber's Allgemeine Encyklopädie,* deel LVI, blz. 242-258.

en te gelijk eene nieuwe Geeselaarssecte in 't leven riep, welke ten onzent zeer krachtig, doch even kortstondig gebloeid heeft.

De Nederlandsche tijdgenooten [1] zijn er het eens over, dat de Geeselaarsbeweging naar onze streken uit Duitschland oversloeg [2]. Volgens eenen gelijktijdigen kronijkschrijver, monnik van Sint-Truiden in 't Luikerland, verschenen de Duitsche Geeselbroeders in zijn gewest (Haspegouw) omstreeks den dag van Sint Jans-geboorte (24 Juni 1349) [3]. Volgens het

[1] De voornaamste bronnen voor de geschiedenis der Nederlandsche Geeselaars, waar wij herhaaldelijk naar verwijzen zullen, zijn de volgende : *Chronicon Ægidii Li Muisis, abbatis S. Martini Tornacensis,* uitgegeven door J.-J. De Smet in zijn *Corpus chronicorum Flandriae,* deel II, blz. 341, 342, 346-361 (*Corpus doc. Inq. Neerl.,* II, blz. 96-110); Jan de Klerk (Boendale), *Brabantsche Yeesten,* uitg. door J.-F. Willems, deel I, blz. 588-593 (*Corpus* I, blz. 194, 195); *Breve chronicon clerici anonymi* (14de eeuw), bij De Smet, deel III, blz. 23 en 26 (*Corpus* II, blz. 120, 121); Roberti de Avesbury, *Historia de mirabilibus gestis Edvardi III,* uitg. door E.-M. Thompson in de *Chronicles and Memorials of Great Britain and Ireland in the Middle Ages,* blz. 407, 408 (*Corpus* II, blz. 121); Jehan le Bel, *Les Vrayes chroniques,* uitg. door Polain, deel I, blz. 203-205 (*Corpus* II, blz. 122, 123); *Gesta abbatum Trudinensium,* bij Pertz, *Monumenta, Scriptores,* deel X, blz. 432 (*Corpus* II, blz. 124); *Continuatio altera Chronici Guillelmi de Nangis,* bij d'Achery, *Spicilegium,* deel III, blz. 111 (*Corpus* II, blz. 125, 126); Radulphi de Rivo, *Gesta pontificum Leodiensium,* bij Chapeauville, deel III, blz. 4, 5 (*Corpus* II, blz. 126); *Het boec van der Wraken,* bij Snellaert, *Nederlandsche gedichten uit de veertiende eeuw,* blz. 469-472 en 477, 478 (*Corpus* II, blz. 126-129); Jehan Froissart, *Chroniques,* uitg. door Kervyn de Lettenhove, deel V, blz. 274-277 (*Corpus* II, blz. 129-131); benevens de verdere chronijken uit de 15de en 16de eeuw, waarvan uittreksels opgenomen zijn in *Corpus* I en II.

[2] Le Muisit : In Hongaria, in Alemannia. — Boendale : Uit Oestrike | quamen met groter partien | ende uten lande van Hongherien. — Jehan le Bel : Les gens d'Alemaigne commencèrent. — Froissart : Issirent premièrement d'Alemagne. — *Gesta abbatum Trudinensium :* Ex partibus inferioris Alimaniae egressi. — *Breve chronicon Flandriae :* De superioribus partibus Alemaniae et Hungariae; enz. — Gillis Le Muisit, die te Doornik de Geeselaarsbeweging van 1349 gadesloeg, wist niets van de vroegere bewegingen noch van den oorsprong der secte. Hij zegt te schrijven : Ad notitiam futurorum, quia tale quid nunquam visum fuit a quocumque temporibus praeteritis, scilicet modum facti, modum vestium et qualiter in poenitentia facienda se gerebant. Multa plurima scribebant et dicebant ubi fuit inceptum et pro qua causa; sed nunquam potui super hoc certificari ab aliquo, et propter hoc ego solum illud quod fiebat in Tornaco feci registrare, quia de remotis partibus nexirem dicere veritatem. — De gelijktijdige monnik der abdij van Baudeloo (*Breve chron. Flandriae*) meent ook, dat er zich vóór 1349 nooit Geeselaars vertoond hadden : Penitenciam singularem et nunquam prius visam assumpserunt.

[3] Circa nativitatem sancti Johannis intraverunt Hasbaniæ terminos ex partibus inferioris Alimaniae egressi viri flagellatores. (*Gesta abbatum Trudinensium.*)

Gentsche *Memorieboek* zouden de Geeselaars ook reeds in Juni te Gent zijn verschenen [1].

Toen de eerste Duitsche Geeselaars te Luik aankwamen, zich in 't openbaar tot den bloede kastijdende en berijmde liederen ter eere Gods en der Moedermaagd zingende, maakten zij er grooten opgang en vonden er weldra veel navolgers, die hunne Duitsche liederen in 't Waalsch vertaalden [2] en voor de rest hunne handelingen nabootsten, alom in 't Luikerland, in Brabant, in Henegouwen en elders rondtrekkende [3]. Den 29 Augustus 1349 verschenen er, onder de eerste drommen van Geeselaars, die Doornik bezochten, niet minder dan ongeveer honderd tachtig uit Luik [4]. Zij waren aangevoerd door eenen predikheer, die er 's anderendaags, wezende eenen zondag, het Doorniksche volk en de geestelijkheid in beroering bracht door een sermoen over de Geeselaarsbeweging. Van daar trok de Luiksche bende naar Valencijn en naar andere plaatsen, terwijl hun predikheer overal zijne stoute sermoenen verkondigde, zonder dat de vertoornde geestelijkheid hem aandierf uit vrees voor de talrijke menigte, die hem vergezelde.

Eerst in geheel het Luiksch bisdom [5] en daarna in de aanpalende Nederlandsche bisdommen verbreidde zich de secte der Geeselaars met eene verbazende snelheid, niet alleen mannen en vrouwen, edelen en onedelen, maar ook priesters en monniken, ja zonen van hertogen en vorsten [6], meeslepende. Zij liepen in groote benden het land af en schijnen vooral in het hertogdom Brabant en in het graafschap Vlaanderen zeer talrijk te zijn geweest.

[1] Item in dit jaer quam eene secte van Cruusbroers te Ghent in wedemaent ende droughen eene cruce achter ende vooren, ende zy quamen uut Almaengen. (*Memorieboek der stad Ghent*, deel I, blz. 67; *Corpus* II, blz. 136.)

[2] Jehan le Bel, deel I, blz. 204; *Corpus* II, blz. 205 : Et mirent en rommant leurs chansons.

[3] *Ibid.* : Et assemblèrent grande foison de compaignons aultres, et alèrent par le pays de Liège, de Brabant, de Haynau et de plusieurs aultres, contrefaisans les serymonies dessusdites et s'appeloient confrères.

[4] Le Muisit : A Leodio una societas circiter IX^{xx}.

[5] Non solum in episcopatu nostre dyocesis Leodiensis, sed eciam in diversis dyocesibus. (*Gesta abb. Trud.*)

[6] Fueruntque, ut dicebatur, inter eos filii ducum et principum. (*Breve chron. Flandriae.*)

Naar bepaalde bedevaartplaatsen richtten zij gewoonlijk hunne tochten om er hunne openbare geeselingen en andere boetewerken te verrichten. De Vlaamsche abdij van Baudeloo, in 't Land van Waas gelegen, schijnt een dier geliefkoosde bedevaartoorden der Geeselaars te zijn geweest, daar de kronijkschrijver der abdij ons leert, dat in den tijd van een half jaar ruim twee duizend en vijf honderd Geeselaars in zijn klooster vertoefden om er penitentie te doen, er aten en meestendeels den nacht doorbrachten; en dat er op éénen enkelen dag niet minder dan zeven honderd te gelijk vergaderd waren [1]. Van Mont-Saint-Aubert in Henegouwen wordt gezegd, dat er soms op éénen dag tien duizend menschen vergaderd waren met kruisen, vanen en waskaarsen [2]. Een ander tijdgenoot schat het getal der Geeselaars, die zich vooral in Vlaanderen, Henegouwen en Brabant ophielden, omstreeks den Kerstdag van 1349, op achthonderd duizend en meer [3]! Tot in Engeland strekten zij hunne tochten uit. De gelijktijdige kronijkschrijver Robert van Avesbury heeft aangeteekend, dat er omstreeks den Sint-Michielsdag (29 September 1349) meer dan honderd twintig Geeselaars uit Vlaanderen aankwamen, meestal Zeeuwen en Hollanders, om in de Sint-Pauluskerk en andere bedehuizen van Londen hunne boetewerken te verrichten in 't openbaar [4].

Doch vooral naar Doornik, dat alsdan nog onder de Fransche Kroon stond, schijnen de Nederlandsche Geeselaars onzer Zuidelijke gewesten bij voorkeur hunne schreden te hebben gericht. Een vermaard O.-L.-Vrouwebeeld werd aldaar in de hoofdkerk bewaard en te elken jare in September was dat beeld het voorwerp eener plechtige vereering tijdens eene pro-

[1] Infra dimidium annum in monasterio de Bodelo bene fuerunt XXVc, qui ibidem fecerunt suam penitenciam et comederunt et quidam pernoctaverunt; fuerunt ibidem una die VIIc. (*Breve Chronicon Flandriae.*)

[2] Le Muisit; *Corpus* II, blz. 110.

[3] Ils multiplièrent en telle matière que dedens le Noël ensuivant, qui fut l'an mil CCCXLIX, ils furent bien huit cent mil et plus, si comme l'en tenoient fermement; mais se tenoient en Flandres, en Hainault et en Brabant, et y avoit grand foison de grans hommes et gentils. (HS. der Nat. Bibl. van Parijs, *Ancien fonds Colbert,* nr 8298³, aangehaald door Kervyn, *Histoire de Flandre* (eerste uitg.), deel III, blz. 353; *Corpus* II, blz. 118).

[4] Plus quam vjxx homines, pro majore parte de Selond et Houlond oriundi, per Flandriam venientes Londonias. (Robert van Avesbury.)

cessie, waar Gent en andere steden officieel door eene soort van jaarlijksch gezantschap aan deelnamen. Naar die bekende bloeiende bisschoppelijke stad stroomden onze Geeselaars in talrijke benden toe. Te dien tijde leefde te Doornik, in de Sint-Martensabdij, een gemoedelijke blinde kronijkschrijver, die alles dag voor dag heeft laten opteekenen wat hij hoorde vertellen in zijne omgeving en die ons alzoo het volledigste en schilderachtigste tafereel dier vreemde godsdienstige beroering heeft opgehangen. Het was de bijna tachtigjarige Ægidius of Gillis Le Muisit (of Li Muisis), abt van het bovengemeld klooster. Aan zijn breedsprakig en kleurrijk verhaal [1] ontleenen wij de volgende bijzonderheden.

Te Doornik liepen eerst geruchten over de Geeselaars : hoe zij uit Hongarije en uit Duitschland zich ook over het hertogdom Brabant verspreid hadden en overal, in steden en dorpen, de bevolking aanzetten kwamen om in benden van 200, 300, 500 of meer mannen gedurende drie en dertig dagen en half het land te doortrekken, ter herinnering aan het getal jaren, die de Zaligmaker op aarde verbleef [2], en om zich op hun bloot lichaam te geeselen tot den bloede. Ten slotte bereikten zij Vlaanderen en op den grooten heiligdag van O.-L.-Vrouwehemelvaart (15 Augustus 1349) verschenen de eerste Geeselaars omstreeks het uur van het middagmaal te Doornik. Het waren ongeveer 200 mannen uit Brugge. Zij vergaderden op de Groote Markt en verwekten eene algemeene opschudding onder de bevolking. Aanstonds begonnen zij er hunne boetewerken ten aanschouwe der Doornikenaars, mannen en vrouwen, die in overgroot getal toegesneld waren en God loofden over eene zoo roerende penitentie. 's Anderendaags, wezende eenen zondag, vergaderden de Bruggelingen in de Sint-Martensabdij, geeselden er zich opnieuw en herhaalden 's namiddags dezelfde oefeningen op de Groote Markt.

[1] *Chronicon Ægidii Li Muisis, abbatis S. Martini Tornacensis.* Over Le Muisit, zie Prof. H. Pirenne, in de *Biographie nationale*, deel XI (1891), blz. 798-806.

[2] Jehan le Bel : A la remembrance de Nostre Seigneur, qui ala par terre prez de trente-deux (*lees :* trois) ans et demy. — *Boec van der Wraken*, III, v. 1955-1960 : Ene penitencie maecten si aldus: | Ghelijc dat God Jhesus Cristus | een half min dan xxxiiij. jaer | op eerdrijc woude leven zwaer, | alsoe menighen dach soe wouden | sij haer penitencie houden.

Den volgenden dinsdag hield het kapittel der hoofdkerk met de monniken en het geheele volk eene processie, die zich naar de Sint-Martensabdij begaf, waar een vroom sermoen werd gepredikt door den minderbroeder Gerardus de Muro; doch, daar hij naliet op 't einde zijner rede voor de Geeselaars te bidden, werd het meerendeel der toehoorders verontwaardigd en gedurende de geheele week was er tegen hem groote verbittering onder het volk. In dezelfde week kwamen nieuwe Geeselaars te Doornik aan : eene groote bende uit Gent, ten getalle van ongeveer 450, eene andere bende van 300 uit Sluis en eene derde van 400 uit Dordrecht in Holland, die allen tweemaal 's daags, nu op de Groote Markt, dan weder op het plein der Sint-Martensabdij, hunne openbare geeselingen volbrachten.

Den 29 Augustus kwam eene bende van 180 Geeselaars uit Luik aan. Zij ook verrichtten hunne geeselingen gedurende twee dagen en waren vergezeld, zooals wij reeds gezegd hebben, van eenen broeder der predikheerenorde, die van het kapittel der hoofdkerk de toelating bekwam om ook in de Sint-Martensabdij een sermoen te houden. Nog nooit zag men te Doornik zooveel volk bijeenstroomen om naar een sermoen te komen luisteren, zoodat het plein der abdij schier te klein was. De Luiksche predikheer hemelde de Geeselaars op en voer hevig tegen de minderbroeders uit, die tegen deze boetewerken gepredikt hadden. Daarenboven verkondigde hij veel verdachte stellingen. Dit alles viel zeer in den smaak der bevolking, die tegen de bedelorden en tegen de geheele geestelijkheid aan 't morren ging.

De deken en het kapittel der hoofdkerk, die het bisdom *sede vacante* regeerden, vergaderden met veel godgeleerden om over dit gevaarlijk sermoen te beraadslagen. Enkele toehoorders uit de geestelijkheid hadden onder het spreken van den predikheer de verdachte punten opgeteekend. De vergadering dorst waarschijnlijk geene maatregels tegen den zoo populairen Luikschen predikheer nemen; maar men liet aankondigen, dat de geestelijkheid met de bevolking eene groote processie zou houden, den volgenden dinsdag, en dat een nieuw sermoen in de Sint-Martensabdij zou plaats hebben. Aldaar predikte allersierlijkst de augustijn Robert, maar het volk was minder talrijk opgekomen dan om den Luikenaar te hooren; en wan-

neer broeder Robert, die ook naliet voor de Geeselaars te bidden, over het sermoen van dien predikheer begon te spreken, zeggende dat hem die last opgedragen was, werd hij door de toehoorders luidop onderbroken, hetgeen tegen alle rede en tegen alle gebruiken was. Men riep hem toe : « Heer, gij zijt slecht ingelicht, de broeder predikheer heeft dat niet gezegd! » En mannen en vrouwen gingen aan 't morren en aan 't schreeuwen, zoodat het stilzwijgen zeer moeilijk kon verkregen worden. Broeder Robert trachtte hen door verzoenende en vredelievende woorden te sussen, maar zij stonden morrend op en zegden onder elkander, dat al zulke dingen het werk der bedelmonniken waren. Den ganschen dag door heerschte er veel verbittering in de stad tegen de bedelorden en de gansche geestelijkheid. Den volgenden zondag had eene nieuwe processie plaats en broeder Robert predikte andermaal in de Sint-Martensabdij, in tegenwoordigheid der regeerders van de stad. Het volk kwam eenigszins tot bedaring.

Ondertusschen was de Luiksche predikheer met zijne bende Geeselaars naar Valencijn getrokken en had er zijne stoute sermoenen herhaald; de geestelijkheid kwam er tegen op, maar men liet hem begaan, omdat men de opgewondenheid vreesde van de menigte, die hem omstuwde. Op verscheidene andere plaatsen predikte hij overigens hetzelfde.

Onderwijl had het voorbeeld der vreemde Geeselaars de Doorniksche bevolking tot navolging aangezet. Er vormde zich eene bende van 565 mannen, die van de regeering de toelating bekwamen om de stad te verlaten voor den tijd van drie en dertig dagen. Omstreeks de dag van Mariageboorte (8 September 1349) waren hunne toebereidselen gedaan. Nadat zij zich voor de eerste maal op de Groote Markt gegeeseld hadden, trokken zij eerst naar Rijsel in Vlaanderen en zij kwamen den 10 October van hunnen tocht te Doornik terug. Daar geeselden zij zich nogmaals op de Groote Markt en gingen 's anderendaags, wezende eenen zondag, naar Mont-Saint-Aubert, één uur ten Noorden van Doornik [1], onderwege hunne

[1] Mont-Saint-Aubert is heden een dorp, gelegen op eenen heuvel, 300 voet hoog, te midden van het omliggende vlakke land. Dien heuvel heet men nu meestal *Mont de la Trinité*. Het is nog heden eene bedevaartplaats.

gewone boetedoeningen in 't gaan en in 't keeren verrichtende. Die Doorniksche Geeselaars hadden bij gemeen overleg vier aanvoerders gekozen : Jonker Jan de Lyaucourt, Jan Mackes, Jan Wauckiers en Jacob de Malda, deze laatste in vervanging van Willem Pestiel en op aandringen van de stadsregeering [1]. Ook gestelijken vergezelden hen op hunnen tocht, namelijk de prior en een monnik der Doorniksche Augustijnen alsmede twee andere seculiere geestelijken, om onderwege biecht te hooren en, zoo noodig, de sacramenten te bedienen. Daarenboven was nog een kanunnik der abdij van Sint-Nicolas-des-Prés, broeder Gillis geheeten, uit eigene beweging medegegaan.

Intusschen kwamen nieuwe benden Geeselaars naar Doornik afgezakt : den 7 September 1349, 50 man uit Damme; den 8 September, 200 uit Edingen (Enghien) in Henegouwen; den 9 September, 160 uit Namen en 150 uit Brugge; den 12 September, 120 uit Tienen in Brabant, 80 uit Sluis en 160 uit Leuven; den dag vóór de groote jaarlijksche Doorniksche processie, 80 uit Nieuwpoort, 52 uit Eekloo in Vlaanderen, 300 in twee benden weeral uit Brugge en 100 weeral uit Damme; den 14 September, dag der processie, 50 uit Kassel in Vlaanderen; den dag daarna, 250 weeral uit Sluis, 100 uit Deinze bij Gent en 60 uit Diksmude; den 20 September, 240 uit Bergen (Mons) in Henegouwen, 300 uit Oudenaarde, 120 uit Genappes in Waalsch-Brabant en 200 uit Rijsel. Den 21 September kwamen de eerste en eenige vrouwen te Doornik aan; zij waren uit Vlaanderen ten getalle van ongeveer 20, geeselden zich als de mannen, maar ontblootten daarbij enkel haren rug [2]. Den volgenden zondag verschenen 200 man uit Maubeuge in Henegouwen en 300 uit Belle (Bailleul) in Vlaanderen; den 3 October, 450 uit Valencijn.

Andere getallen geeft Le Muisit niet op. Als men die alle bijeen telt, komt men tot de slotsom, dat er tusschen den 15 Augustus en de eerste dagen van

[1] Le Muisit : Et Jacobus de Malda pro Wilhelmo Pestiel, ad preces autem praepositi et gubernatorum civitatis.

[2] Le Muisit : In die beati Matthei venerunt quaedam mulieres de Flandria, sicut viri facientes, discooperto solum dorso circiter XX.

October 1349, 5272 vreemde Geeselaars de stad Doornik bezocht hebben [1], wel te verstaan indien onze kronijkschrijver geene enkele bende vergeten heeft. Overigens geeft hij schier al die getallen op met de bijvoeging van het voorzichtige *circiter*. Deze vijf duizend twee honderd en oneffen Geeselaars waren in een dertigtal benden naar Doornik afgezakt gekomen, vooral uit het graafschap Vlaanderen. Niet minder dan twaalf verschillende Vlaamsche steden [2] leverden Geeselaars in die Doornikscbe tochten, en enkele daaronder zonden herhaaldelijk nieuwe benden : alzoo Brugge tot viermaal, Sluis tot driemaal en Damme tot tweemaal toe. Daar die drie plaatsen dicht bij elkander liggen en te dien tijde als het ware ééne bevolking uitmaakten, aangezien Damme en Sluis de voorhavens der groote handelstad Brugge waren, mag men er uit afleiden, dat het Brugsche ambacht, zooals men die streek noemde, gansch bijzonder door de Geeselaarsbeweging werd aangetast. Uit Brabant kwamen er integendeel niet veel naar Doornik : alleen Tienen, Leuven en Genappes worden vermeld [3]. Ook uit het zoo naburige Henegouwen kwamen er betrekkelijk zeer weinig : alleen uit Edingen, Bergen, Maubeuge en Valencijn. De meeste Henegouwers zullen wellicht naar Mont-Saint-Aubert zijn gegaan. Uit de andere Waalsche gewesten kwamen er slechts uit Luik en Namen, terwijl uit het verre Holland de Dordrechtenaars ten getalle van 400 man onder de eerste drommen verschenen. De talrijkste benden waren die uit Gent en Valencijn, ieder 450 man sterk.

Met buitengewonen luister had intusschen op 14 September de jaarlijksche groote processie te Doornik plaats gehad. Te dier gelegenheid vormde zich

[1] Dit is ruim het dubbel van het getal (2500) opgegeven door den *clericus anonymus* voor het bezoeken der abdij van Baudeloo in denzelfden tijd.

[2] Het latere *Memorieboek der stad Ghent* (deel I, blz. 68) vermeldt ook Geeselaars te Ieperen : Item dese Geeseleers sijn ghecommen te Ypere. Op eenen rijckxdach sijnder veel honderde ghecommen ende hebben groote geestelijcheyt uytghegeven, alsoo dat se die borghers te gaste genoot hebben. (*Corpus* II, blz. 136.)

[3] Dat ook te Brussel Geeselaars waren leert ons eene Brabantsche kronijk, door Piot uitgegeven in zijne *Chroniques de Brabant et de Flandre* (blz. 51), waarin men leest : Item, doen men screef MCCCXLIX, doen gingen die geeseleren te Bruesel. — Waarschijnlijk bezochten de meeste Brabantsche Geeselaars eene andere bedevaartplaats dan Doornik.

eene groep van meer dan 250 man, die boetewerken wilden verrichten naar het voorbeeld der 565 Doornikenaars, die de stad vroeger als uittrekkende Geeselaars hadden verlaten. Dat zij zich onder de leiding van eenen bedelmonnik, broeder Robert, den lector der Augustijnen (waarschijnlijk denzelfden, die het zooveel besproken sermoen destijds had gepredikt), gesteld hadden, bewijst reeds, dat zij niet deelden in den haat tegen de bedelorden, welke zich bij 't opkomen der Geeselaars zoo krachtig onder de Doornikssche bevolking had lucht gegeven. Ook werd hunne kleedij in diervoege geregeld, dat zij van die der Geeselaars gansch verschillend was. Zij geeselden zich, gaande in de processie achter de monniken, de geestelijkheid en den magistraat; en de acht volgende dagen herhaalden zij hunne boetewerken in de straten, telkens na godvruchtig in eene kapel mis te hebben gehoord en na op hunne knieën een *Pater Noster* en een *Ave Maria* gebeden te hebben vóór het beeld van O.-L.-Vrouw in de hoofdkerk. Den tienden dag trokken zij ook naar Mont-Saint-Aubert, na te Doornik mis gehoord te hebben, en keerden heel rustig naar de stad terug. Gedurende drie en dertig dagen herhaalden velen die bedevaart naar dezelfde plaats. Alzoo deden ook velen uit Henegouwen en uit de omliggende gewesten, zoodat ooggetuigen verzekerden, dat er te Mont-Saint-Aubert op éénen zelfden dag meer dan tien duizend menschen aangekomen waren, zooals reeds hooger is vermeld.

Deze gematigde nabootsing der echte Geeselaars, geleid door hunne eerste tegenstanders, de bedelmonniken en de overige geestelijkheid, was de voorbode van de algeheele onderdrukking der woelige secte. Op het einde van 1349 waren de Doornikssche magistraat, de Fransche koning en de paus het eens om de Geeselaars uit te roeien, en in Februari 1350 werden de bevelen dier drie overheden te Doornik afgekondigd. Ten gevolge eener overeenkomst van den bisschop en van 't kapittel met de stadsregeering predikte de pastoor van Sint Piatus in de hoofdkerk vóór de toegestroomde bevolking een plechtig sermoen (dit geschiedde in den loop der tweede week van den Vasten [1]), en te gelijk werd de pauselijke bul tegen de Geeselaars afgekondigd. Zeker verwekte dit nog veel verbittering; maar

[1] In 1350 begon de Vasten op 10 Februari (Asschewoensdag).

van dien tijd af verdwenen de Geeselaars uit Doornik, al zij het ook tegen wil en dank [1].

Het kleurrijk en omstandig tafereel van Gillis Le Muisit, waaruit wij de voorgaande schets der Doorniksche gebeurtenissen getrokken hebben, bevat bovendien veel nauwkeurige bijzonderheden over de inrichting en de oefeningen der Geeselaars, die ons zeer te stade komen, aangevuld door enkele aanteekeningen van andere tijdgenooten.

De Geeselaars hadden eene eenvormige dracht aangenomen. Boven hunne gewone kleederen droegen zij eenen overjas met korte mouwen (*colobium*), dien men te Doornik in het Waalsch *cloche* noemde. Vóór en achter was er op dat overkleed een rood kruis aangebracht. Aan den gordel droegen zij hunne afhangende geeselkoorden (in 't Waalsch *scorgies* [2]) met drie knoopen. In iederen knoop staken vier metalen punten in den vorm van een kruis, zoodat de knoopen met hunne stekels aan gerstenaren geleken [3]. Op hun hoofd hadden zij eene sluitende muts (*capucium*) en daarboven eenen hoed (*capillum*), waarop vóór en achter een rood kruis was genaaid. Het gelijktijdig *Boec van der Wraken* zegt : « Een hoyke, als die meneghe weet, | dat was sijn overste cleet ; | enen caproen aenghedaen, | daer op enen velten hoet ghestaen, | daer op ghenayt eene cruce root [4]. » Ter hand droegen zij de roede der boetelingen (*baculus poenitentiarius*).

Wanneer zij in eene stad hunne intrede deden, droeg men vooraan een kruis, vanen en brandende waskaarsen, in grooter of kleiner getal [5]. Zij stapten twee aan twee en trokken zingend voort, ieder in zijne moedertaal, liederen over Jezus en zijne Heilige Moeder met luider stemme aanhef-

[1] Le Muisit : Propter quod fuit in populo murmur magnum. — A dicta autem die poenitentes praedicti cum magno murmure inviti cessaverunt.

[2] *Scorgies* bij Le Muisit, *estorgies* bij Jehan le Bel, *escorgies* bij Froissart.

[3] *Boec van der Wraken*, deel III, v. 1969-1973.

[4] *Breve chronicon Flandriae* : Et quilibet habebat flagellum cum tribus coriis ad modum ferule puerorum et in fine cum tribus nodis. Et quilibet nodus fuit transfixus in modum crucis duabus acubus, ita ut acus ad quantitatem seminis hordei protenderent.

[5] Le Muisit : Et intrantes in civitatem, portabantur crux, vexilla et cerei torti, secundum posse eorum, aliqui plures, aliqui pauciores. — Jehan le Bel : Et portoient crucifis et confanons et grandes bannières de cendal par manières de processions. — *Breve chronicon Flandriae* : Cruce precedente cum vexillis et candelis. (Zie de gekleurde plaat.)

fende [1]. Te Doornik zongen zij aldus stoetsgewijze, totdat zij in de hoofdkerk het vermaard Mariabeeld bereikt hadden. Daarna begaven zij zich naar de Groote Markt of naar het voorhof der Sint-Martensabdij aldaar. In eene of andere geschikte plaats legden zij hunne schoenen en hunne kleederen af en stelden er bewakers over. Zij behielden hunne mutsen en hoeden en zij gordden zich om de lenden onder den navel een stuk linnen, dat schier op den grond hing, zoodat ze geleken op bakkers vóór hunnen oven [2]. In hunne hand droegen zij hunne geeselkoorden.

Voorafgegaan van kruis, vanen en waskaarsen, vormden zij eenen stoet naar de opene plaats, waar zij zich zouden geeselen, hetgeen zij tweemaal 's daags deden, en driemaal 's vrijdags [3]. Daar schaarden zij zich in eenen kring en herbegonnen hunne geestelijke liederen te zingen, terwijl zij zich op de maat van het gezang bewogen en geeselden [4]. Enkele voorzangers (twee in getal, zegt het *Boec van der Wraken* van de Brabanders, vier zegt Robert van Avesbury, sprekende van de Zeeuwen en Hollanders te Londen) hieven de melodie aan, en de overigen antwoordden in koor [5].

[1] Le Muisit : Cantando secundum suum idioma, Flamingi in flamingo, illi de Brabantia in theutonico et Gallici in gallico. (De Waalsche kronijkschrijver van Doornik beeldt zich in, dat Vlamingen en Brabanders twee verschillende talen spraken.) — Jehan le Bel : Et aloient par les rues deux et deux, chantant haultement chanchons de Dieu et Nostre Dame rimées et dictées. — *Gesta abbatum Trudinensium :* Qui bini et bini processionaliter incedentes cantilenas lamentabiles proferebant.

[2] *Boec van der Wraken,* deel III, v. 1975-1986 : Alsi hare penitencie souden doen, | daden si ute cousen ende scoen | ende haer cleder alghemene, | sonder dat nedercleet allene, | arme ende scouderen naect; | (aldus hadden zijt ghemaect) | ende daer boven daden si an | een wit linnen cleet dan | met menigher ployen ghevouden, | also sijt hebben wouden, | dat hem sloech van den steden | tote op haer voete beneden. — Le Muisit : Ad instar vestimenti furnariorum, quando exercent suum opus.

[3] Jehan le Bel : Deux fois chascun jour. — Robert van Avesbury : Bis in die. — *Boec van der Wraken,* deel III, v. 2035-2038 : Dit daden si, sonder saghe, | twee werf in elken daghe, | ende, iij. werf op ten vridach. | Dit weet ic wel, want ict sach.

[4] Dit doet aan de oefeningen met zang van onze hedendaagsche turners denken.

[5] Le Muisit : Et incipiebant facere circulum, et habebant cantilenam ordinatam secundum suum idioma, quam cantilenam incipiebant cantores ordinati, caeteris una voce respondentibus, et faciebant circulum cantando et respondendo, et cantores et respondentes se verberando. — Robert van Avesbury : Ipsorum quatuor cantantibus in

Volgens Boendale noemden zij dien geeselzang « Onser Vrouwen lof [1] ». In het *Boec van der Wraken* heet het : « In Dietsche hadden si enen sanc, | wel ghemaect, redelijc lanc, | die op Gode riep met ernste groot, | dat Hise hoede vander gadoot » (subiete dood [2]). Froissart zegt, dat zij roerende liederen van de geboorte en van het heilig lijden van Christus zongen [3].

Brokstukken uit die Nederlandsche en Waalsche gezangen onzer Geeselaars zijn tot ons gekomen [4]. Het Nederlandsche is eene Geldersche (?) vertaling van het lied der Duitsche Geeselaars, zooals het ons volledigst is bewaard gebleven bij gelijktijdige kronijkschrijvers der Rijnstreek. En geen wonder : de Geeselaars onzer gewesten konden dat Hoogduitsche lied, dat zij uit den mond der eerst aankomende Rijnlandsche benden hoorden, gemakkelijk en schier woord voor woord in hunne Dietsche moedertaal overzetten. Christus' lijden, Maria's barmhartigheid en het verafschuwen der zonden worden er vooral in bezongen. Van de Waalsche liederen zijn er twee tot ons gekomen. Het eene [5] staat in een Parijsch handschrift met de melding aan 't hoofd : « Item s'ensuit la teneur d'une prière quilz disoient en chantant, quant ils se batoient de leurs escourgies »; het roept de H. Drievuldigheid en Maria aan. Het tweede, in hetzelfde handschrift

idiomate proprio, ceteris omnibus dictis quatuor respondentibus ad modum letaniae a christicolis decantandae. — Gelijktijdige vervolger op Guillaume de Nangis : Circulariter seipsos aculeis affligentes jubilando vocibus altisonis et cantando cantilenas suo ritui aptas et noviter adinventas. — *Boec van der Wraken*, deel III, v. 1999-2002 : Dien songhen si. ij. voren, | dat ment verre mochte horen; | ende sij songhen alle nare, | oft ene litanie ware.

[1] Waer si quamen metter spoet, | songen si alle enen sanc, | die hem gheduerde even lanc | dat si hem met gheeselen sloeghen... | ende dien hieten si Onser Vrouwen lof.

[2] *Boec van der Wraken*, deel III, v. 1995-1998. — In het lied der Nederlandsche Geeselaars komen inderdaad de volgende verzen voor : « Jesus, dor dine wund en rod, | behod uns von den gehen dod ».

[3] Et chantoient, en faisant lors penitences, cançons moult piteuses de la Nativité Nostre-Signeur et de sa sainte souffrance.

[4] Zie *Corpus* II, blz. 136-140, en ons werk, *Onze historische volksliederen van vóór de godsdienstige beroerten der 16de eeuw*, blz. 24-29.

[5] HS. der Nationale Bibliotheek van Parijs, *Ancien fonds Colbert*, nr 8298[3]; afgedrukt bij Leroux de Lincy, *Recueil de chants historiques français*, deel I, blz. 237-240 (1841).

voorkomende [1], begint met eene soort van litanie of lofzang ter eere der Moedermaagd.

Alle drie deze liederen zijn op eenen statigen rythmus gedicht en toonen erhaaldelijk aan, dat zij onder het geeselen werden aangeheven en de gezamenlijke bewegingen der Geeselaars moesten begeleiden en regelen; als bij voorbeeld in het Nederlandsche lied de versregels :

Nu tretet here, wi botsen wille!...
[Treed nu vooruit, wie boeten (zich geeselen) wil!]
Jesus wart gelavet met gallen :
des sole wi *an een cruce vallen.*
Erhevet uch mit uwen armen,
dat sich God over uns erbarme...
Nu slaet u sere
dor Cristus ere;
dor God nu latet de sunde mere.

Of nog duidelijker in het eerste Waalsch lied :

Or avant, entre nous tuit frère,
batons nos charoingnes bien fort...
Ou nom de ce, *batons plus fort...*
Loons Dieu et *batons noz pis...*
Alons, à genoulx par penance
Loons Dieu. *Vos braz estandez,*
et en l'amour de sa souffrance,
Chéons jus en croix à tous lez...
Or tous *à genoulx* sans respit
rechéons en croix sans balance...
Or relevons de bon couraige
et devers le ciel regardons...
Or rebatons nostre char villainne,
Or nous relevons...
Batons noz pis, batons no face,
tendons nos bras de grant vouloir...

[1] Ook bij Leroux de Lincy (blz. 240-242) en bij Kervijn, *Histoire de Flandre,* eerste uitgave, deel III, blz. 354, 355 (*Corpus* II, blz. 139, 140).

Evenals aan het slot van het ander Waalsch lied :

Batons nos chars plaines d'envie,
batons d'orgueil *de plus en plus...*
Enfin de nostre pénitence
nous fault *à genoulx* revenir.
Tous mourrons : c'est la remembrance,
qui nous fait tierce fois chéir.
Jhésu, ainsi comme devant
relevons nous la tierce fois,
et loons Dieu *à nuz genoulx ;*
jointes mains, tenons l'escourgie.
Cremons Dieu, ayons le cuers doulx
et *chantons* à la départie
« Grace Dieu », car elle est en nous.
Prions pour l'humaine lignée.
Baisons la terre, levons nous.

Zooals men uit die liederen ziet, waren hunne oefeningen zeer eigenaardig onder het geeselen. Daar het geestelijk koorgezang geschikt was om drie of vijf rustpunten te hebben, waaronder de Geeselaars zich ten gronde wierpen [1], vielen allen alsdan te gelijk met geheel hun lijf voorover en strekten de armen uit, een kruis met hun lichaam vormende [2]. Zich oprichtende bleven ze geknield en geeselden zich in die houding, dat het bloed over hun lichaam zijpelde [3] en dat de omstuwende menigte tranen van bewondering

[1] Le Muisit : Et erat cantilena facta tali modo quod tribus vicibus sternere se debebant. — De *clericus anonymus* der abdij van Baudeloo zegt : *Quinquies* ad terram ceciderunt.

[2] Le Muisit : Et quando veniebant ad primum passum, omnes in uno momento toto corpore et pectore se prosternebant et de brachiis et toto corpore crucem faciebant. — *Gesta abbatum Trudinensium :* In terram projectis impetuose corporibus, bracia in modum crucis extendentes supini jacebant. — *Boec van der Wraken,* deel III, v. 2003-2008 : Drie werf soe vielen si | op haer knien (gheloeves mi); | ende telken si met allen | cruuswijs ter eerden vallen, | daer laghen si sonder waen, | tot dat se die sanc hiet opstaen.

[3] Li Muisit : Horribile videre praesentibus. — Jehan le Bel : Sique le sanc de leurs espaules couroit aval de tous costez. — Robert van Avesbury : Seipsos cum dictis flagellis in nudo sanguinolento corpore flagellarunt. — Deze Engelsche kronijkschrijver getuigt ook van eene bijzondere oefening der Zeeuwsche en Hollandsche Geeselaars te Londen, die door geen ander tijdgenoot werd aangeteekend, zeggende : Continue, ut praefertur,

en medelijden stortte. Tot driemaal herhaalden zij die gezamenlijke boetewerken, de voorzangers in het midden van den kring staande met de aanvoerders der bende, waaronder natuurlijk de priesters en de monniken, die hen vergezelden. Op het einde dier oefeningen en gezangen knielden zij weeral allen te gelijk en een geestelijke zegde de gebeden (waaronder het *Credo*) voor, zooals dat in de kerken, bij de begrafenissen en bij 't einde der sermoenen gebruikelijk was. Zij bleven op hunne knieën zitten, zoolang de gebeden en vermaningen duurden, hunne openbare biecht sprekende en van den priester de absolutie ontvangende, hetgeen ook de meewarigheid der omstanders verwekte. Ten slotte stonden zij allen op en, onder het aanheffen van lofliederen ter eere van de Heilige Maagd, vóór een Mariabeeld gezongen [1], gingen zij naar de plaats waar hunne kleederen in bewaking waren, en kleedden zij zich weer aan. Al deze oefeningen geschiedden in de opene lucht, zoolang het droog weder bleef; wanneer de regendagen aankwamen, gebeurden ze in kerken, kruisgangen van kloosters en andere overdekte plaatsen.

Daarmede waren hunne boetewerken volbracht. Nu gingen zij allen, rijken en armen, naar de Markt en bleven daar wachtende, totdat iemand

cantantes et ultimo ipsorum sic jacentium inchoando quilibet ultra alium passum faciens cum suo flagello sub se jacentem semel percussit, sicque de uno ad reliquum usque ad completum numerum sic jacentium similem ritum quilibet observavit. — *Boec van der Wraken :* Gheselen hadden si doen maken, | daer scarpe naelden in staken; | daer si hem met sloeghen soe diep, | datter roede bloet uitliep.

[1] Le Muisit : Surgebant et cantando de beata Virgine juxta suum idioma ibant ad se revestiendum. Et pluries, antequam revestirentur, ante imaginem beatae Virginis in aliquo loco cantum suum finiebant. — *Boec van der Wraken,* deel III, v. 2009-2034 : Alse iij. werf was ghedaen, | ghingen tharen pape saen, | die in midden die plaetse stoet, | ende vielen hem alle op den voet, | ende hi seide hem tghelove openbaer, | ende si seident alle naer, | ende haer ghemeen biechte met. | Daer na thant, al onghelet, | vielen se allen mettien | daer na ter eerden op hare bloete knien; | ende soe absolveerde hise daer | van al haer sonden claer. | Alse al dit was ghedaen, | ghingen si te haren pape saen | ende namen ij. ende ij. haer vaert | al singhende ter kerken waert, | soe dat ment verre mochte horen, | cruce ende vane altoes voren. | Daer ghinghen si als heelde | voor de moeder Gods beelde, | ende loofden met grooter trouwen | God ende Onser Liever Vrouwen | met dietschen sanghe (als ic versta) | sij ij. vore, alle dander na, | ende riepen God met oetmoede, | dat Hise van der gadoot hoede.

van de bevolking hen kwam te gast noodigen. Met de toelating hunner leiders volgden zij dan hunnen gastheer. De leiders bleven de laatsten, totdat allen uitgenoodigd en vertrokken waren. De bevolking was gretig om die Geeselbroeders te herbergen en vereerde hen als heiligen [1]. Bij het overschrijden des dorpels van hunnen gastheer moesten de Geeselaars vijf *Pater Noster's* en vijf *Ave Maria's* bidden. Andere gebeden waren hun overigens nog opgelegd : bij 't opstaan, evenveel Onze Vaders en Weesgegroeten; vóór het middagmaal, nog zooveel en op hunne knieën; na den eten, nogmaals; en 's avonds, evenzoo. Bij het wasschen hunner handen vóór de eetmalen moesten zij ter aarde knielen. Zonder toelating mochten zij aan tafel niet spreken [2]. Tot de vrouwen mochten zij 't woord niet richten; alleen de oudere hoofdman (*senior*) mocht met de gastvrouw of hare dochter spreken. Van eene vrouw mochten zij niets ontvangen, uitgenomen de oudere hoofdman. Zij mochten op geene pluimen bedden slapen noch zelfs op stroo. De moordenaars en overspelers onder hen moesten afgezonderd op den grond slapen. Bij het verlaten van het huis, waar zij de gastvrijheid hadden ontvangen, baden zij vijf *Pater Noster's* en vijf *Ave Maria's* voor de familie van hunnen gastheer [3]. In dezelfde stad mochten zij niet meer dan eens vernachten.

In de Geeselaarsbeweging speelden de mannen eene gansch overwegende rol. Nochtans waren er ook vrouwen bij. Onder de 5,272 boetelingen, die volgens zijne berekening Doornik bezochten, geeft Le Muisit slechts een twintigtal vrouwen op, die in ééne bende uit Vlaanderen gekomen waren en zich onder het geeselen niet gansch het bovenlijf, maar slechts den rug ontblootten [4]. Boendale zegt evenzoo met een enkel woord, dat ook de vrouwen eindelijk het voorbeeld der mannen wilden volgen : « Ende als die manne dus ghingen, | wouden die wive in ware dinghen | ghelijc den broe-

[1] Jehan le Bel : Et estoit tout honteux qui ne les povoit héberger, car il sembloit a chascun que ilz fussent sainctes gens et que Dieu les avoit envoyé pour donner exemple au commun peuple d'ainsy faire pénitance et rémission des péchiez.

[2] Deze voorschriften deelt Le Muisit mede.

[3] Deze voorschriften komen in het Brugsch reglement voor (zie verder).

[4] Le Muisit, blz. 355 : Sicut viri facientes, discooperto solum dorso.

deren susteren worden [1]. De vervolger op Guillaume de Nangis spreekt integendeel van « *veel* deugdzame en godvruchtige vrouwen », die de boetewerken der Geeselaars verrichtten [2]. De monnik van Baudeloo teekent insgelijks aan, dat eene *menigte* van vrouwen de Geeselaars volgde, dezelfde penitentie volbrengende [3]. De latere kronijkschrijvers der 15de en der 16de eeuw vermelden die vrouwen steeds om eene smet op de Geeselaarsbeweging te werpen [4].

[1] *Brabantsche Yeesten,* blz. 593.

[2] Nec est praetermittendum, quod multae mulieres honestae et matronae devotae hanc praefatam poenitentiam de flagellis procedentes et cantantes per villas et ecclesias similiter faciebant.

[3] Quos etiam sequebatur multitudo mulierum similem penitenciam agentium.

[4] Ende hemlieden volghden alle maniere van lodders, putyers, dieve ende mordeneers, roevers ende wievekins van state. (*Kronyk van Vlaenderen* tot 1467, uitg. door de Vlaamsche Bibliophilen, deel I, blz. 221; *Corpus* I, blz. 196.) Zie ook de schier gelijkluidende plaatsen in enkele vijftiendeeuwsche kronijken, bij Jan van Diksmude, bij Meyerus, in het *Memorieboek der stad Ghent,* in de kronijk van Despars, enz. (*Corpus* II, blz. 131-136.)

TWEEDE HOOFDSTUK.

De onderdrukking der eerste Geeselaars (1349-1357) en de tweede opkomst der Secte in 1400.

In lateren tijd gingen de Geeselaars voor eene opgeraapte bende onzedelijke en woeste opstandelingen door. Doch Le Muisit teekende eene reeks artikels der voorschriften op, welke de Geeselaars moesten beloven na te leven om in de Secte opgenomen te worden. Daaronder komen veel louter moreele bepalingen voor, die ver boven het peil der gewone zedelijkheid dier dagen staan, zooals blijkt uit de volgende uittreksels : « Item, recognoscendo, quod omnes sumus ex una materia creati, redempti uno pretio, dotati uno dono, debemus unus alterum fratrem appellare... Item, tu non portabis armaturas nec ibis in bellis pro quocumque, excepto tuo vero Domino... Item tu debes dare elemosynas pauperibus secundum posse tuum... Item, tu te debes obligare ad totam abstinentiam carnis specialiter toto cursu vitae tuae et custodire sancte tuum matrimonium et non jurare in vanum [1]. »

De tijdgenooten zijn het overigens eens om te getuigen, dat de Geeselaars in den beginne eenen grooten en weldadigen invloed op de openbare zedelijkheid uitoefenden. Le Muisit zegt vol bewondering, dat mannen en vrouwen in zulke hooge mate godvruchtiger werden, dat het schier niet te gelooven is. Zij verzaakten aan de wraakroepende weelde, die alsdan in de kleedij heerschte. Godslastering, dobbelspel, onzedige danspartijen, liederlijke liederen, onkuischheid, alle ingewortelde kwaden, hielden op. Oude veeten werden bijgelegd en aartsvijanden verzoenden zich met elkander, naar het voorbeeld hun door de Geeselaars gegeven [2]. Hetzelfde getuigt Boendale : « Dese

[1] Le Muisit : Miro modo et memorabili, viri ac mulieres seculares toto illo tempore in tantam devotionem devenerunt, quod non est facile ad credendum... Et hoc fuit in Tornaco et in diversis locis.

[2] Le Muisit, blz. 352, 359. Nog nooit in gansch zijn leven zag de tachtigjarige abt zooveel rustigheid en zooveel godvruchtigheid op den dag en in den nacht der groote jaarlijksche processie van Doornik, als ten tijde der Geeselaars.

verboden dobbelspel | ende luxurie alsoe wel, | ende si verboden diere eden, | ende versoenden menighe veeden, | diemen niet versoenen en conde [1]. » Op dit laatste punt drukt ook Froissart : « Moult de belles paix se fissent, les penans alant entre les hommes, tant que de cas d'ocisions, lequel estoient avenus et desquels cas en devant on ne pooit venir à paix, mais par le moyen de l'affaire des penans on en venoit à paix [2]. » Ook was de groote meerderheid der bevolking hun zeer genegen, omdat hun optreden zooveel goeds gesticht had, en werden de geestelijken bespot, die de Geeselaars tegenkantten [3]. Vroeger zagen wij reeds tot welke hevige verbittering tegen de monniken en de priesters deze gesteldheid der gemoederen te Doornik een tijdje lang geleid had. Evenzoo in Brabant, te oordeelen naar de stoute woorden van den dichter van *Het Boec van der Wraken* [4].

Van den beginne af waren de meeningen over de Geeselaars zeer verdeeld [5]. Tegenover de geestdriftige volksmassa, had men, aan den anderen kant, de geestelijkheid en het bezadigd en ondervindingrijk gedeelte der bevolking, dat zich hield aan de gehoorzaamheid jegens de Kerk en aan het naleven van hare voorschriften en van geene andere [6]. De eerste grief tegen de Geeselaars was, dat zij, zonder de toestemming der Kerk bekomen noch zelfs gevraagd te hebben, eene nieuwe vrije broederschap hadden opgericht en nieuwe godsdienstoefeningen ingevoerd. Met een paar woorden

[1] *Brabantsche Yeesten*, blz. 589.

[2] *Chroniques* (KERVIJN), deel V, blz. 476.

[3] LE MUISIT : Quia per eorum adventum fuit tanta mutatio mali in bonum, sicut superius est expressum, quod propter hoc homines ecclesiasticos, qui opinionem suam tenebant, saepissime deridebant.

[4] Zie verder.

[5] LE MUISIT : Et erant opiniones diversae, quia aliqui sanae mentis non laudabant, et alii factum quamplurimum approbabant. — *Breve chronicon Flandriae* : Unde multi murmurabant : quidam enim dicebant quod bonum est, alii non.

[6] LE MUISIT : Propter praedicta et alia quae dictabat ratio, viri ecclesiastici et regulares ac homines sanae mentis et periti juxta fidem catholicam opinabantur et tenebant, pro eo quod ecclesia non consenserat et canones prohibebant, factum non erat approbandum. Populus autem, viri et mulieres Scripturas ignorantes, nobiles et ignobiles, factum ultra modum approbabant, maxime in regionibus antedictis. Et sic erat dissensio mirabilis et inanis.

drukt de monnik van Baudeloo zijne afkeuring uit : « Quia sine auctoritate episcoporum vel pape faciebant. » Maar bovendien kwamen de Geeselaars in botsing met de Kerk op het gebied van het geloof en zij werden weldra met de ketters gelijkgesteld.

Le Muisit vertelt ons, hoe te Doornik de eerste sporen van ketterij werden ontdekt in het sermoen van den predikheer, aanvoerder der Luiksche Geeselaars. Deze vergeleek het nu gestorte bloed der boetelingen met dat van Christus, zeggende dat sedert het optreden van den Zaligmaker geen edeler bloed gevloeid had dan dat der Geeselaars; en meer andere verdachte stellingen verkondigde hij, terwijl achterdochtige geestelijken er aanteekeningen over namen, onder zijn sermoen [1]. De ontroering in den schoot der Doorniksche kerk was zoo groot geweest, dat de deken en het kapittel der hoofdkerk, die de bisschoppelijke macht, *sede vacante,* uitoefenden, eene groote vergadering van veel monniken en veel voorname personen bijeenriepen om over het sermoen van den Luikschen predikheer te beraadslagen. Had men de aangehitste menigte niet gevreesd, dan zou men hem zeker in hechtenis genomen hebben om hem door de kettermeesters te laten onderzoeken en vervolgen. Te Valencijn en op andere plaatsen moest de geestelijkheid tegen wil en dank de verdachte sermoenen van den Luikschen predikheer evenzoo ongestraft laten [2].

« Wie zou er aan kunnen twijfelen, — vraagt de gemoedelijke Le

[1] Le Muisit : Multaque alia proposuit errorem tangentia, et hoc scripserunt aliqui qui praesentes assistebant. — Ook op het einde der eeuw nam Geert Groote aldus aanteekeningen gedurende verdachte sermoenen om er later den prediker ter verantwoording voor op te roepen. Zie het geval van broeder Bartholomaeus in het bisdom Utrecht omstreeks 1380. (*Corpus* I.)

[2] Le Muisit : Decanus autem et capitulum qui, sede vacante, erant ordinarii, convocaverunt de religiosis mendicantibus et de peritis pluribus cum illis qui scripserunt verba dicti praedicatoris et cum multis aliis personis discretis et venerandis, examinantes eos super propositis et dictis in praedicatione antedicta a dicto fratre, et super hoc deliberaverunt... Nec est praetermittendum, quod dictus frater Jacobita in villa de Valenchenis similia sicut in Tornaco et ampliora praedicavit; unde quidam clerici scholares post sermonem fecerunt ei opponentes; sed propter societatem cum qua ibat ipsum abire dimiserunt; et hoc scivi a pluribus ibidem praesentibus. Et sic fecit in pluribus locis, sicut invenerunt illi de Tornaco atque sciverunt.

Muisit — dat de Geeselaars eene nieuwe niet goedgekeurde kerkelijke regeling invoerden, aangezien zij hunne bloedige penitentie in kerken, kloosters en andere geestelijke plaatsen volbrachten, waar elk bloedvergieten verboden is? En terwijl de goddelijke diensten en de mis in de kerken werden gedaan, hielden zij daar geene rekening van en oefenden zij er toch hunne storende boetewerken uit [1]. » Al deze groote « nieuwigheden » zijn tegen de leer der Kerk en afschuwelijk om er aan te denken of om ervan te spreken, voegt hij er bij [2]. Van het storen der goddelijke diensten in de hoofdkerk en in de andere kerken van Doornik, kunnen zij door de geestelijkheid niet belet worden, daar men ze niet aandurft uit vrees voor de menigte. Zij stellen zich ook heel stout in de plaats der geestelijkheid, wat het begraven der dooden betreft, en zij verrichten zelve de lijkplechtigheden met kruis en waskaarsen, ja zetten de stervenden aan om hun giften na te laten en niet aan de geestelijken, de godshuizen en den arme, zooals vroeger. Dergelijke ongehoorde dingen en meer andere gebeurden veel te Doornik, getuigt hij verder, in den advent vóór Kerstdag 1349 [3].

[1] LE MUISIT : Et quis dubitet istud esse ritum novum, quia poenitentiam suam in ecclesiis, in monasteriis et locis ecclesiasticis faciebant, ubi de jure approbato non debet fieri quoquo modo sanguinis effusio violenta? Et etiam quando fiebat divinum officium et privatae missae dicebantur in ecclesiis, de hoc non curabant nec ritum suum facere omittebant. — In eene latere vijftiendeeuwsche kronijk wordt den Geeselaars verweten, dat zij in de kerken onder de mis hunnen hoed niet afnamen noch bij het lezen van het Evangelie noch bij de elevatie van den kelk bevattende het lichaam des Heeren : Et ipsi in ecclesiis existentes non faciebant reverentiam ad elevationem corporis Christi nec calicis in missa, quia nec pileum nec capucium amovebant nec flectendo genua idem corpus sanctissimum adorabant. In lectione similiter sancti Evangelii, dum solemniter legebatur in ecclesia, nec pileum nec capucium amovebant. (*Chronicum comitum Flandrensium,* uitgegeven door DE SMET, *Corpus chronicorum Flandriae,* deel I, blz. 226; *Corpus* II, blz. 132.)

[2] LE MUISIT : Qui faciunt tantas novitates et contra consuetudines approbatas, quod horrendum est cogitare aut dicere.

[3] LE MUISIT : In sabbatis et in festis in cathedrali B. Mariae et in aliis ecclesiis faciunt suum ritum saepe impedientes divina officia; nec a clero possunt super hoc reprehendi, quia propter communitatem non auderent. Et quod plus est, crevit et est novitas mirabilis, quia isti poenitentes mirabile inceperunt. Nam collegia et curati, secundum quod est rationabile et consuetum, ad corpora levanda, portanda et sepelienda accedere non oportet, quia societates poenitentium cum cruce et cereis corpora levant, portant et sepe-

Van zijnen kant vertelt Boendale meer andere gevaarlijke nieuwigheden over de Geeselaars, die hij in Brabant aan het werk zag. Zij verklaarden, dat zij de macht hadden om de bezetenen van den duivel te verlossen en dat zij hierin machtiger waren dan eenig priester. Enkelen beweerden, dat zij met God dronken en aten, dat zij met O. L. Vrouw gesproken hadden, dat zij God met zijne bloedige wonden aanschouwd hadden, die hun bevolen had zich te geeselen. Een ander verklaarde uit de dood te zijn verrezen. Zij vertoonden een zilveren kruis, dat zij zegden door O. L. Vrouw gemaakt te zijn en hun door haar uit den hemel gebracht, enz. « Dus maecten si tvolc al blint, | waer si quamen al omtrint, | met dus ghedanen herisien, | dat tvolc met groten partien | aen hen vielen, waer si quamen. | Dus setten si hem alle te samen | ieghen die papen van der kerken, | te lachteren der papen werken, | ende haers selfs prijsden si sere [1]. » Nog beslister zegt de Luiksche kanunnik Jehan le Bel : « Ilz eussent poeu mettre au derrain saincte Esglise à destruction ; et commenchoient jà à destourber le service et les offices de saincte Esglise, et vouloient aucuns maintenir par leur sotie que leurs chansons et leurs serymonies estoient plus dignes que celles de l'Esglise ; si que on se doubtoit que celle folie tant se multipliast, qu'elle ne mist au bas l'Esglise et tueroit prestres et clercs pour convoitise d'avoir leurs biens et leurs bénéfices [2]. » De kronijkschrijver van Sint-Truiden noemt hunne boetewerken eene *heretica penitentia* en weet te vertellen, dat hunne secte in Duitschland over den Rijn in het huis eener vrouw door eenige uitgeloopen monniken (*apostate religionis*) was gesticht geworden tot uitroeiing der Kerk en der gansche geestelijkheid [3]. De vervolger op Guillaume de Nangis

liunt, et saepe inducti sunt morientes ut talibus donent sicut solet fieri curatis, capellanis, hospitalibus et pauperibus. Et audeo dicere, quod in adventu ante natale Domini anno praedicto ista et multa alia fiebant in Tornaco. — In latere minder geloofwaardige kronijken vindt men nog andere aanteekeningen van denzelfden aard : Ende zy hilden vele ongheloovichhede : sy en knielden voor thelich sacrament niet, alsment ophief, noch en staken haere capproenen van den hoofde niet ter Evangelie. (*Memorieboek der stad Ghent*, deel I, blz. 68; *Corpus* II, blz. 136.) — Zie ook de twee Vlaamsche kronijken der 15de eeuw, MEYERUS, enz., in *Corpus* I, blz. 196, 198 en 639.

1 *Brabantsche Yeesten*, deel I, blz. 590.

2 *Vrayes chroniques*, blz. 204.

3 *Gesta abbatum Trudinensium*, blz. 432.

legt hun ten laste, dat zij, onder meer andere gevaarlijke ketterijen, verkondigden, dat het bloed der Geeselaars zich met dat van Christus vermengde [1]. Volgens den Tongerschen deken Radulphus de Rivo († 1403) beweerden zij van eenen engel uit den hemel de openbaring te hebben ontvangen, dat zij na eene geeseling van drie en dertig dagen en twaalf uren volkomen waren verlost van hunne zonden als door een tweede doopsel [2]. Een Fransch tijdgenoot [3] spreekt ons daarenboven van eenen eigenhandigen brief, dien de Geeselaars beweerden van Christus in bijzijn van den patriaarch van Jerusalem uit de handen van eenen engel ontvangen te hebben. Daarvan gewaagt ook de paus in de bul, waarbij hij de secte des Geeselaars later veroordeelde. Deze brief was op eene steenen tafel gegrift. De engel legde haar op het altaar van Sint-Pieters te Jerusalem neer, terwijl het volk op de aangezichten viel en *Kyrie eleison* zong. In den brief stond te lezen, dat God voornemens was geweest de wereld te laten vergaan op 10 September, wezende den zondag na Mariageboorte. Maar Hij liet zich door het gesmeek der Heilige Maagd en der engelen vermurwen. De engel zwoer, dat de brief niet van de hand van een schepsel, maar van God alleen was! Mirakels schreef men den Geeselaars ook toe, hetgeen in de oogen der geestelijkheid eene nieuwe grief was [4].

Al deze berichten zijn afkomstig van kronijkschrijvers, die hunne vijandige stemming niet verduiken. Intusschen bezitten wij twee stukken, uitgaande van de Geeselaars zelve, die hunne richting tamelijk goed kenschetsen : namelijk het reglement der Brugsche Geeselaars, door hen aan het Doorniksch kapittel gezonden, wellicht om zich van ketterij te zuiveren [5],

[1] D'ACHERY, *Spicilegium*, deel III, blz. 111.

[2] CHAPEAUVILLE, deel III, blz. 4.

[3] Nationale Bibliotheek te Parijs, *Ancien fonds Colbert*, handschrift nr 8298³; aangehaald bij KERVYN, *Histoire de Flandre*, deel III, blz. 353, 354, noot.

[4] LE MUISIT : Fuitque tanta opinio vulgi, quod in pluribus locis fuisse miracula per eorum poenitentiam affirmabant. — BOENDALE : Ende seiden, dat si hem naer | van miraculen volghden daer. — FROISSART : Et se faisoient li auqun entre deus espaules sanier moult vilainnement, et auqunes sotes femmes avoient drapelés apparilliés et requelloient ce sanc et disoient que c'estoit sanc de miracle.

[5] Ista regula Flagellatorum, quam Flagellatores de Brugis miserunt capitulo Tornacensi, sede vacante. (Handschrift der Nationale Bibliotheek te Parijs, *Ancien fonds Colbert*, nr 8298³; aangehaald door KERVYN, *Histoire de Flandre*, deel III, blz. 354.)

alsmede een ander omstandiger reglement, dat Le Muisit uit den mond van eenige hoofdmannen der Secte zegt opgeteekend te hebben. Die voorschriften las men hun voor, eerdat zij in een gezelschap van Geeselaars aangenomen werden, en zij moesten beloven die stipt te onderhouden gedurende hun gansche leven [1]. Die twee reglementen stemmen overigens vrij goed met elkander overeen.

Men kan er geen zweem van ketterij in ontdekken; integendeel straalt onderdanigheid aan de Kerk uit meer dan een punt dier grondregels, als bij voorbeeld : « Item pro juribus sanctae ecclesiae, honore et libertate, fide, doctrina et lege deffendere, tenere et servare, corpus et possessiones exponemus... Item intrantes debent a suo curato petere licentiam et ab ipso crucem recipere [2]. » Beloven de Kerk met lijf en goed te zullen verdedigen, en tot de secte der Geeselaars slechts met de toelating van zijnen pastoor mogen toetreden, kan men rechtgelooviger handelen? Ook, nadat hij al de artikels van het reglement der Geeselaars medegedeeld heeft, verklaart Le Muisit, dat al die voorschriften, bij het eerste zicht (*prima facie*), deugdzaam en godvruchtig zouden schijnen, indien zij ernstig gemeend waren en goed onderhouden werden en — dit is de knoop der zaak — indien onze moeder de heilige Kerk dit alles toegestaan en goedgekeurd had [3].

Hoe onderdanig en rechtgeloovig ook, de Geeselaars hadden het gezag der Kerk miskend door eene godsdienstige vrije broederschap te stichten en aan de Geeselbroeders godsdienstige verplichtingen voor het leven (*toto cursu vitae suae*) op te leggen. In het reglement door Le Muisit opgeteekend lezen wij onder anderen : « Item, non jurare juramenta tangens Domini passionem, nec dicere verba blasphemiae toto cursu vitae suae, in quantum potes [4]. Item, omni die Passionis Dominicae jejunare in escis quadragesi-

[1] Le Muisit : Notum sit omnibus, quod ego intellexi a quibusdam superioribus electis a poenitentiam facientibus, quod intrantes et cum aliis se jungentes promittebant illa quae sequuntur se facere et tenere pro posse suo toto cursu vitae suae. Alias non recipiebantur. Sed intrantibus et promittentibus legebantur.

[2] Le Muisit, blz. 355. Schier gelijkluidend in het Brugsch reglement.

[3] Si sancta mater ecclesia in hoc consensum et auctoritatem adhiberet.

[4] Dit naïef *In quantum potes* bewijst hoe ingeworteld het vloeken en de godslastering alsdan in de Nederlanden moesten zijn.

malibus, in quantum poteris et tu vives; et in die Veneris in Parasceve, ut disciplinabis temetipsum ter solum tam de die quam de nocte, et per tantum spatium quod possis dicere quinquies *Pater noster* et quinquies *Ave Maria*. Item volumus, quod unusquisque sit obligatus ad ponendum habitum suum poenitentialem et scorpiones supra lectum suum, ad retinendum memoriam passionis Domini nostri Jesu Christi. Item, quod omnes se custodiant de esu carnium in die Mercurii. »

Het zelfstandig optreden der Geeselaars zonder zich aan het gezag der geestelijke overheid te onderwerpen en de talrijke afwijkingen van de kerkleer, die hun werden ten laste gelegd, waren een dringend gevaar voor het behoud van het geloof in West-Europa geworden. Daarvoor kon de Kerk de oogen niet sluiten. De Parijsche monnik, die het vervolg op de kronijk van Guillaume de Nangis schreef, bericht ons, dat de godgeleerden der Hoogeschool van Parijs, vermoedelijk reeds in het begin van October, het initiatief tot de onderdrukking der Secte namen, omdat zij tegen God en de instellingen der Kerk alsmede tegen de zaligheid der zielen was gericht [1]. Eene gelijktijdige aanteekening uit een oud register der Parijsche Hoogeschool leert ons, dat de beslissing der godgeleerden later op 3 November 1349 door den rector en de gansche Universiteit werd bekrachtigd [2]. Zij spoorden den Franschen koning tot geweldige maatregels aan en zonden boden aan den paus te Avignon, om hem eerbiedig te verzoeken zijne oppermacht niet ongebruikt te laten, hetgeen het gewenschte doel niet miste [3]. Volgens Le Muisit, die het van eenen geloofwaardigen ooggetuige gehoord had, zouden te Avignon in dien tijd twee duizend Geeselaars

[1] Quod nova secta erat contra Deum inchoata et contra formam sanctae matris Ecclesiae et contra salutem animarum omnium ipsorum. (D'Achery, *Spicilegium*, deel III, blz. 111.)

[2] Bulaeus, *Historia Universitatis Parisiensis*, deel IV, blz. 314; *Corpus* II, blz. 113, 114. — Bulaeus voegt er bij : « Nullibi autem in commentariis et antiquis codicibus definitionem illam seu decretum reperiri potui contra Flagellatores. » De vervolger op Guillaume de Nangis schijnt integendeel dien tekst onder de oogen te hebben gehad en er de ontleding van te geven.

[3] Dominus papa Clemens VI, de hoc fatuo novo ritu per magistros Parisienses, qui ad eum nuntios reverenter miserant, plenarie informatus, cum esset contra jura damnabiliter adinventa, eos Flagellatores sub auctoritate prohibuit et prohiberi fecit. (*Ibid.*)

uit Duitschland aangekomen zijn om door den paus hunne handelingen te laten goedkeuren. Maar 's avonds werd hun onder bedreigingen bevel gegeven te vertrekken; en 's anderendaags gehoorzaamden zij haastig om niet meer terug te keeren [1].

Wat er ook van zij, het was een Nederlander, die te Avignon de hoofdrol speelde bij den paus ter gelegenheid van de veroordeeling der Geeselaarssecte. Aan 't hoofd der afvaardiging van de Parijsche Hoogeschool bevond zich de godgeleerde Jan du Fay (Fayta), geboortig van Saint-Amand in Vlaanderen, die in tegenwoordigheid van Clemens VI de Geeselaars met woord en schrift zoo krachtdadig aanviel, dat de paus door hem overtuigd werd en handelend optrad. Jan du Fay had overigens zijn vertrouwen gewonnen en werd door hem met apostolische zendingen gelast naar 't Luikerland en elders. Vervolgens werd hij abt der machtige Sint-Baafsabdij te Gent [2].

Aldus gaf paus Clemens VI zonder dralen gehoor aan de bezwaren der Parijsche Hoogeschool, en den 20 October 1349 richtte hij tot al de aartsbisschoppen en hunne suffraganen eene plechtige bul [3], waarbij hij de Secte der Geeselaars veroordeelde en de kerkprelaten met hare onderdrukking gelastte. De paus zegt gehoord te hebben, dat in het Duitsche Rijk en in de omliggende landen [4] veel duivelsche Geeselaars zijn opgetreden, die

[1] Le Muisit, blz. 353 : Audivi etiam a persona authentica, quod ipse viderat Avinione duo milia talium poenitentium, qui erant de Alamannia; et volebant factum suum et aliorum per papam et curiam approbari. Fuitque eis in vespere nuntiatum, quod recederent, alioquin damnum incurrerent et haberent. Et sic in die crastina et post nullus eorum comparuit.

[2] Contra sectam Flagellatorum missus ante suam promotionem (*als abt van Sint-Baafs*) ab universitate Parisiensi ad dictum Clementem, sermones et actus publicos in eius praesentia solemniter predicavit et exercuit, quorum virtute idem pontifex dictam sectam annihilavit; pluresque alias legationes tam in civitate et diocesi Leodiensi quam alibi auctoritate apostolica concessas ad debitum deduxit effectum. (Sanderus, *Gandavum; Corpus* II, blz. 303.) Kervyn de Lettenhove (*Histoire de Flandre*, deel III, blz. 359) leidt daar, met zijne bekende lichtzinnigheid, uit af, dat Jan du Fay als pauselijk legaat tegen de Geeselaars naar de Nederlanden werd gezonden : « L'abbé de Saint-Bavon, Jean du Fay, fut chargé comme légat du pape de détruire la secte des Flagellants. »

[3] Trithemius, *Annales Hirsaugienses*, deel II, blz. 209-211; *Corpus* I, blz. 199-201.

[4] In partibus regni Germaniae et ei convicinis.

allerlei leugens en dolingen verkondigen tot groote schade van de zaligheid der onnoozele gemeente. Ofschoon er sedert lang geen patriarch meer te Jerusalem aanwezig is, beweren zij, dat onze Zaligmaker aldaar aan dezen patriarch is verschenen en hem zijne voorschriften heeft medegedeeld. Daarop hebben de Geeselaars zich in omzwervende benden ingericht. Zij veroordeelen het leven der andere christenen, stellen er hunne levenswijze boven, verachten de Kerk, dragen zonder toelating hunner kerkelijke overheid een zwart kleed met het kruisteeken vóór en achter er op aangebracht en vormen tegen de wetten der Kerk vergaderingen en broederschappen. Zichzelven schrijven zij verdachte en onredelijke reglementen voor [1]. Zekere monniken, waaronder vooral uit de bedelorden, die het goede voorbeeld zouden moeten geven, sluiten zich bij die verdwaalden aan en leiden ze met henzelven ten afgrond. Dit alles is een smaad voor de goddelijke majesteit en een groot gevaar voor de samenleving. Daarenboven ziet men velen dezer Geeselaars alom de Joden, die de christelijke liefde in bescherming nemen moet, op wreede wijze vervolgen, het bloed der christenen vergieten, de goederen der Kerk en der leeken rooven en meer andere ongeoorloofde daden plegen. Daarom beveelt de paus aan al de kerkprelaten, dat zij, ieder in zijn bisdom, de Secte der Geeselaars onderdrukken zullen en aan al de klerken en leeken verbieden er deel van te maken of hare reglementen na te leven, op straf van de kerkelijke censuur en zelfs van stoffelijke kastijdingen voor degenen, waarover de kerkprelaten de wereldlijke jurisdictie bezitten [2]. Wat de geestelijken betreft, die met hunne predikingen en leiding de onnoozele menigte op een dwaalspoor hebben gebracht, zij zullen in hechtenis worden genomen, welk ook hun rang moge wezen, en zij zullen in de gevangenis worden bewaard, tot zoolang de paus over hun lot zal beschikt hebben. Daartoe zal, zoo noodig, de hulp van den wereldlijken

[1] Ordinationes etiam et statuta, quibus utuntur, imo verius abutuntur, propria temeritate fecerunt, erroris suspicione non vacuo et judicio rationis carentia.

[2] Contrarium facientes per censuram ecclesiasticam coërcendo necnon eos, in quos temporalem jurisdictionem habetis, per poenas temporales, de quibus expedire videretis, appellatione postposita, compellatis.

arm worden ingeroepen [1]. De oprechte boetvaardigheid, zooals de Kerk haar voorschrijft en aanmoedigt buiten alle verdachte vormen, wordt daarom niet verboden. De aartsbisschoppen [2] zullen aan iederen hunner suffraganen een authentiek en bezegeld afschrift dezer bul zenden, aangezien de paus hun moeilijk het stuk zelf kan doen toekomen.

Ondanks deze moeilijkheid schijnt Clemens VI toch eene uitzondering voor de Nederlandsche bisschoppen gemaakt te hebben, wier geestelijk gebied door de Geeselaars bijzonder werd geteisterd. Toch weten wij door den monnik van Baudeloo, dat de bisschop van Kamerijk rechtstreeks van den paus deze bul ontving, onder dagteekening van den 25 October 1349 [3], d. i. vijf dagen later dan de uitvaardiging der algemeene bul. Met zeer lichte verschillen van redactie zijn de twee stukken eensluidend; maar aan het einde missen wij belangrijke gedeelten. Niet alleen is hier de laatste paragraaf uitgevallen over het zenden van een afschrift aan de suffraganen, hetgeen onvermijdelijk was; maar ook ontbreekt de scherpe paragraaf over het straffen der geestelijken, die met de Geeselaars gezondigd hebben, evenals de paragraaf over het toelaten der boetewerken buiten alle kettersche vormen. Zijn die twee laatste gedeelten wellicht door de nalatigheid van eenen afschrijver eenvoudig weggevallen? In de Nederlanden toch werden de medeplichtige geestelijken niet ongestraft gelaten. Froissart zegt uitdrukkelijk in zijne derde redactie : « Et furent tout bénéficyet et tout clerch, qui esté y avoient, escumenyet, et en convint les pluiseurs aler en court de Romme pour yaus purgier et faire absorre [4]. » En in zijne vierde redactie zegt hij nog omstandiger : « Et furent esquemunyet de lor fait, et par

[1] Omnes et singulos, cujuscumque sint ordinis, religionis, praeeminentiae vel status, quos in praemissis vobis constiterit deliquisse, capi faciatis, non obstante quocunque privilegio vel indulto, quod eis in nullo suffragari volumus, tam diu captivos retineatis, donec aliud a nobis acceperitis in mandatis, invocato ad hoc, si opus fuerit, auxilio brachii saecularis.

[2] Onder den datum van 20 October 1349 werd deze bul door den paus gericht tot den aartsbisschop van Keulen en zijne suffraganen (van Luik, Utrecht, enz.). Zie Brom, *Bullarium Trajectense*, deel II, blz. 20.

[3] De volledige tekst in het *Breve chronicon Flandriae clerici anonymi*, bij De Smet, *Corpus chronicorum Flandriae*, deel III, blz. 23-26; *Corpus* I, blz. 199-201.

[4] *Chroniques*, deel V, blz. 275.

especial le clergiet, qui avoecques euls estoit et sa compagnie, et en furent pluisseur curet, chanonne et capelain, qui lor oppinion tenoient, privet de lor bénéfisce; et qui absolution voloit avoir, il le convenoit aler quérir en Avignon. »

De tijdgenooten zijn het eens om aan te teekenen, dat de Geeselaarsbeweging zich niet over het koninkrijk Frankrijk (buiten het graafschap Vlaanderen) kon uitstrekken, dank aan de doortastende maatregels door koning Philips VI genomen. Hooger reeds zagen wij, dat hij alzoo handelde op aandringen van de godgeleerde faculteit der Parijsche Hoogeschool [1]. De koning had in het gebied van iederen baljuw laten afkondigen, dat men de Geeselaars niet toelaten mocht [2], maar gevangen moest nemen. Het was overigens geene lichte zaak hen uit Frankrijk te weren, daar zij in Henegouwen, in Brabant en in Vlaanderen (dit laatste land stond onder de Fransche kroon) zoo talrijk waren. Een tijdgenoot geeft er de volgende bijzonderheden over : « Et vindrent cette gent en France premièrement de langue thioise, comme de Flandres, de Brabant et de Hennault. Et ne passoient point Lisle, Douay, Bétune, Saint-Omer, Tournay, Arras et ces marches d'environ les frontières de Picardie. Mais assez tost après s'en esmut plusieurs et par plusieurs tourbes de Lisle, de Tournay et des marches d'environ et vindrent en France jusques à Troyes en Champaigne, jusques à Reims et jusques ès marches d'environ. Mais ils ne passèrent plus avant, car le roy de France Philippe si manda par ses lettres que l'en les prenist par tout son royaume, où l'en les trouverroit faisans leurs cérémonies [3]. » De Doorniksche Geeselaars, die ten getalle van 565 uit hunne stad eerst naar Rijsel trokken, waren voornemens in Frankrijk tot aan Soissons te gaan [4];

[1] Vervolger op Guillaume de Nangis : Parisiis autem non venerunt neque ad partes Gallicanas, prohibiti per dominum regem Franciae, qui noluit et hoc fecit de consilio magistrorum in theologia universitatis Parisiensis.

[2] Le Muisit : Et etiam rex Franciae fecit publice proclamare ubique in suis balliviis, quod nullus talium reciperetur.

[3] Handschrift der Nationale Bibliotheek van Parijs, *Ancien fonds Colbert*, nr 8298³; aangehaald door Kervyn, *Histoire de Flandre*, deel III, blz. 358, noot.

[4] Le Muisit : Verum est, quod fama fuit, quando exierunt, quod ipsi irent usque ad Suessionem civitatem; sed quare non iverunt et per quae loca aut villas transierunt et ea quae sibi acciderunt, non interest mea scire aut scribere : ipsi Deo et mundo reddant pro se ipsis rationem.

maar zij schijnen daarvan te zijn belet geworden. De Tongersche deken Radulphus de Rivo beweert zelfs, dat de Fransche koning bevolen had die « martelaars des duivels », zooals de Geeselaars in Frankrijk werden geheeten, ter dood te brengen [1].

Binnen de palen der Nederlandsche gewesten bezat alsdan de Fransche koning overigens eene stad met hare omstreken, namelijk Doornik en het Doorniksche, waar de Geeselaars zeer welig tierden, zelfs na de pauselijke veroordeeling van 20 October 1349. Geen wonder dat de koning aldaar tegen hen krachtdadig optrad. Op het stadsarchief van Doornik berust nog heden een afschrift van zijn edict van 15 Februari 1350, uit Parijs gericht tot den magistraat en hem de onderdrukking der secte uitdrukkelijk voorschrijvende [2]. Op het voetspoor van den paus beschouwt koning Philips VI van Valois de Geeselaars eenvoudig als ketters. « Nous avons entendu — zegt hij — que une secte de gens, souz coleur de dévotion et de pénitence controuvée, qui s'appellent batteurs et penans, est eslevée et multipliée en la dicte ville et se multiplie de jour en jour contre l'estact et l'observance de la foy crestienne et du sauvement du peuple crestien; que par leurs faintes simulationz et déceptions plusieurs simples gens, ignorans la sainte escripture et la vraie voie de leur sauvement, sunt déceus en sivent la dicte secte, en grand escande (*schandaal*) du peuple crestien et grand péril de leur sauvement. Et pour ce nostre saint père le Pape et tout le saint Collège de l'église de Romme, en dampnant et reprouvant la dicte secte comme controuvée en détriment de la foy crestienne, contre les commandemenz de nostre sauveur Jhesu Crist et en grand péril des ames du dit peuple, ont mandé que l'on face les dis bateurs et penans cesser du tout de la dite secte; mes pour ce n'est il mie, qu'il ne s'accroiscent et multiplient cestain jour, dont grand escande et péril pouroit venir à toute la foy crestienne, se remède n'y est mis. » Men ziet het, de koning stelt uitdrukkelijk vast, dat de bul van 20 October 1349 te Doornik volstrekt

[1] Radulphus de Rivo : Philippus Gallorum rex hujusmodi diaboli martyres (sic enim eos Galli vocant) passim per regnum suum ad necem tradi imperavit.

[2] *Corpus* II, blz. 116, 117.

niets had uitgewerkt [1]. Om dit gevaar te keer te gaan, beveelt de koning aan den Doornikschen magistraat, dat hij met de vicarissen-generaal, den deken en het kapittel zou vergaderen om maatregels te nemen tot uitroeiing der veroordeelde secte. Aan de plaatselijke overheden laat de koning de bepaling der straffen tegen hare aanhangers over : « Que doresenavant aucun ne la présume à entrer ne à suivre, en constraignant à cesser et à la délaissier ceulx qui la suivent, par impositions de peines temporelles, par bans, deffenses et autres voies et remèdes telz et si avant comme vous verrés estre expédient et que mestier sera pour cesser du tout la dicte secte, en aidant sur ce à Sainte Église par le bras séculier et par main armée, se mestier est, par tel manière que doresenavant tel erreur ne se multiplie en nostre royaume [2]. »

Doch vóór dit koninklijk bevel was de Doornikscbe magistraat reeds tegen de Geeselaars opgekomen, nadat hij eerst veel bedeesder had gehandeld. Le Muisit heeft ons verteld, hoe de stadsregeering tusschen gekomen was in het aanstellen van de vier hoofdmannen der uittrekkende Geeselaars, hoe zij met de geestelijkheid maatregels beraamd had om het verbitterde volk tot bedaren te brengen en hoe zij ten slotte, in de eerste week van den vasten (14-21 Februari 1350), zich krachtig genoeg gevoelde om de Geeselaarssecte te Doornik te verbieden op straf van levenslange ballingschap [3]. Inderdaad, omstreeks den 8 September, had de magistraat zich in den wil der Doornikscbe Geeselaars moeten schikken en medewerken aan hunnen uittocht (*de licentia eciam gubernatorum*); zelfs de geestelijkheid, goedschiks of anders, was gedwongen geweest enkele priesters en mon-

[1] Le Muisit weet ook van dit edict te spreken : Fuit etiam ex parte regis proclamatum, quod omnes cessarent, quia rex eos sectam vocabat in sua littera, et hoc sub poena perditionis corporum et bonorum. — Dit laatste is onnauwkeurig.

[2] Die bul was naar alle waarschijnlijkheid zelfs te Doornik nog niet afgekondigd; zij werd het maar na de afkondiging van het koninklijk edict van 15 Februari 1350 en dan nog verwekte dit *in populo murmur magnum*. (Le Muisit.)

[3] Le Muisit : Anno eodem, in prima hebdomada quadragesimae, fuit proclamatum publice in foro ex parte gubernatorum civitatis, quod omnes cessarent a dicta publica poenitentia voluntarie assumpta; alioquin omnes de caetero facientes ad omnes dies bannirentur.

niken aan te duiden om hen officieel te vergezellen, terwijl er nog een kanunnik als vrijwilliger meeging. Doch anderhalve maand later was de toestand grondig veranderd en begon de magistraat de reeks zijner verordeningen tegen de Geeselaars uit te vaardigen [1]. Den 27 October wordt hun van regeeringswege verboden hunne dooden elders dan op de gewone kerkhoven en met andere dan met de gebruikelijke plechtigheden te begraven. Den 8 December wordt dit verbod herhaald en verscherpt. Gesterkt door 's konings optreden nam weldra de magistraat echt radicale voorzorgen. Den 19 Februari 1350 wordt het geeselen zelf uitdrukkelijk verboden alsmede elke vergadering met kruis, vaan of gezang. Aan allen wordt ook verboden den Geeselaars lokalen of gronden af te staan om er bijeen te komen, dit alles op zware straffen (geldboeten, gevangenschap, levenslange verbanning). Op 8 Maart en 26 Mei herhaalt de magistraat dit afschaffingsbevel en op verbeurte van hun ambt wordt aan de stadsdienaars bevolen de wederspannigen aan te houden en in de gevangenissen te brengen om gestraft te worden. De Geeselaarssecte lag daarmede te Doornik onder en stond er niet meer op; doch geheel uitgeroeid was ze nochtans niet, daar de magistraat, nog een jaar later, op 28 Maart 1351, zijne verordeningen herhalen moest.

Op veel andere plaatsen zal de stadsregeering nagenoeg hebben gehandeld als die van Doornik, eerst lijdelijk toeziend en zelfs gedwongen medewerkend, later beslist verbiedend en onderdrukkend. Eenige vermeldingen in stadsrekeningen en stedelijke archieven laten het ons vooronderstellen [2].

Te Deventer in Overijssel liet de magistraat de klokken feestelijk luiden, toen de Geeselaars dier stad na volbrachten boetetocht terugkeerden [3]. Te Leuven [4] schonk de magistraat aan de eerste Geeselaars, die de stad

[1] *Corpus* II, blz. 112, 113 en 141.

[2] Om dit punt op te helderen, richtte ik mij tot al de archivarissen van Noord- en Zuid-Nederlandsche steden, die rekeningen uit de 14de eeuw bezitten; met de meeste bereidwilligheid werden schier overal opzoekingen gedaan, die meestal zonder uitslag zijn gebleven, maar waarvoor ik hier mijnen besten dank betuig.

[3] Op 4 November 1349 : Item Petro Vigili de compulsatione campanarum in adventu civium Daventriensium cruciferorum de sua peregrinatione per scabinos v. s. viij d. (*De Cameraars-rekeningen van Deventer*, uitg. door J. J. VAN DOORNINCK, deel II, stuk 1, blz. 89.)

[4] *Corpus* II, blz. 114.

bezochten, eene almoes en voor hen werd stroo op de markt gespreid, terwijl een klerk werd gelast over hen officieele brieven op te stellen. En toen de eerste Leuvensche Geeselaars uittrokken, werd hun van stadswege een bode naar Brugge nagezonden. Vijfmaal werd er bij geeselprocessiën aan de geestelijkheid en aan de begijnen op stadskosten wijn geschonken. Aan de Geeselaars van Tienen en Lier, die Leuven bezochten, werd ook van stadswege wijn aangeboden, omdat de Leuvensche Geeselaars in die twee steden door den magistraat ook beschonken waren geworden. Een andere zoete drank, *meede,* werd den schutters op het Raadhuis ingeschonken tijdens het bezoek der Mechelsche Geeselaars. Begon de regeering reeds argwaan te koesteren, daar zij de schutters te wapen riep bij gelegenheid van een Geeselaarsbezoek? Te Mechelen [1] ging het evenzoo. Wijn, bier, brood en stroo werden hun van stadswege gegeven. Aan de Keulsche Geeselaars werd door den magistraat een maaltijd aangeboden. Aan hare eigene Geeselaars zond de stadsregeering brieven en levensmiddelen, terwijl deze zich te Keulen, te Rumpst en te Sluis bevonden, en bij hunnen uittocht schonk zij hun vanen en waskaarsen. Doch later schijnt men vermoedens tegen de secte te hebben opgevat, daar de magistraat op 17 Maart 1350 naar Kamerijk, de stad waar haar bisschop zetelde, twee godgeleerden zond, waaronder den kapelaan van den Brabantschen hertog, om er over de Geeselaars ernstig te raadplegen. Te Gent [2] eindelijk volgden de gebeurtenissen denzelfden loop.

Bij het uittrekken der Gentsche Geeselaars in Augustus 1349 (vermoedelijk naar Doornik, waar Le Muisit omstreeks dien tijd van eene bende van 450 Gentenaars spreekt), kregen zij vanen en kruisen op stadskosten vervaardigd mee, benevens eene groote provisie waskaarsen, en zij waren aangevoerd door twee aanzienlijke hoofdmannen, schepenen van het voorgaande jaar. Wellicht waren deze, als te Doornik, door de regeering zelve aangesteld over de Geeselaars. De stadsrekening betitelt ze immers *onse goede* [3].

[1] *Corpus* II, blz. 115.
[2] *Corpus* II, blz. 115-118.
[3] Of is dit eenvoudig voor het gebruikelijke : *onze goede lieden?*

En toen zij terugkeerden en in de stad hunnen intocht deden, dronken de schepenen wijn op stadskosten en werd de huur van de wagens der Gentsche Geeselaars gedurende drie en dertig dagen uit de stadskas betaald. Maar op het einde des jaars zijn de inzichten van den Gentschen magistraat gansch anders geworden [1]. Eerst worden de nachtelijke geeseltochten verboden. De schepenen wilden waarschijnlijk aan iederen Geeselaar de verantwoordelijkheid zijner daden laten en beletten dat zij in de duisternis der nacht er aan ontsnappen, toen zij in het najaar van 1349 (men zegt niet op welken datum) lieten afkondigen : « Dat alle deghene, die penitentie doen willen, dat sijse doen met ontdecten ende bloten ansichten, so dat men se openbaerlike zien mach, ende neghene penitentie en doen naer de eerste clocke », d. i. na het luiden der eerste avondklok. De straf was eene boet van drie pond.

Eene andere verordening der Gentsche schepenen, ook van einde 1349, schijnt ons gericht tegen de Geeselaars, die weigerden de wapens op te nemen om hunnen krijgsdienst in de stad te verrichten, zich waarschijnlijk steunende op het voorschrift van hun reglement, dat Le Muisit aldus heeft opgeteekend : « Item, tu non portabis armaturas nec ibis in bellis pro quocumque, excepto tuo vero Domino. » Uit dien hoofde hadden zich vermoedelijk eenige Gentsche Geeselaars aan de plichten der gewapende nachtelijke wacht willen onttrekken, daar de magistraat, te gelijk met het eerste bevel, liet weten : « Vort dat al deghene, die men ordinert ende neemt omme te waken ende aweit [2] te doene, dat zij waken ende aweit doen tot den dagen, sijn sij cruusbroeders of hebben zijt gheweist of wat liede het zijn. » De overtreders moesten eene boet van twintig schellingen parisis betalen.

Nadat de veroordeeling der Geeselaars door den paus in Vlaanderen was bekend geworden, traden de Gentsche schepenen, ééne maand eerder dan de Doornikscbe magistraat, met een krachtig verbod op, dat den 6 Januari 1350 werd afgekondigd : « Vort dat niemen van den ghenen, die cruusbroeders of gheselers geweist hebben of meenen te wesene, dat sij vortan

[1] Nap. de Pauw, *De voorgeboden der stad Gent in de 14de eeuw*, blz. 40, 45 en 50; *Corpus* II, blz. 117 en 118.

[2] *Aweit* is het fransche *guet* (wacht).

hem nemmeer en gheselen, ende dies van al tal omberen ende onderdanich zijn den verbode van den helegher kercken. Wie vortan der jeghen dade, ware in L ℔. Vort dat niemen, edel no onedel, buten landen van Vlaendren en vare no en trecke no te lande no te watre. Diet dade, men zoud nemen an sijn lijf ende an sijn goed. » De zeer hooge boet van 50 pond toont aan, dat de Gentsche magistraat zich machtig genoeg voelde om met de Geeselaarssecte kort spel te spelen; en de nog veel scherpere straf (verbeurte van lijf en goed) uitgesproken tegen de Geeselaarstochten buiten Vlaanderen, te lande of te water [hier dacht men wellicht aan de bekende bedevaarten naar Londen (?)], zijn er een nieuw bewijs voor.

Die twee, overigens zeer ongelijke straffen, werden eenige maanden later, in Mei, ineen versmolten tot vijftig jaar ballingschap uit het graafschap Vlaanderen, hetgeen nagenoeg gelijkstond met de verordening der Doorniksche stadsregeering, die de levenslange ballingschap tegen de Geeselaars had uitgesproken. Den 6 Mei 1350 vaardigden inderdaad de Gentsche schepenen hun laatste ons bekend voorgebod in dezer voege uit : « Vort dat niemen van den ghenen, die gheeseleers of cruusbroeders gheweest hebben, no niemen anders, die niet gheweist heeft, vortan penitentie en doen met gheeselne binnen Ghend no der buten. Wiet dade, men zoudene bannen L jaer ute Vlaendren. »

Dat te Gent nog in 't midden van 1350 en, zooals wij hierboven zagen, nog in Maart 1351 te Doornik, zulke maatregels genomen moesten worden tegen het voortleven der door paus en koning verbodene secte, bewijst hoe krachtig de Geeselaarsbeweging was geweest. Boendale getuigt ook, waarschijnlijk meer bepaald voor Brabant, dat de secte er voortleefde tot in 't midden van hetzelfde jaar 1350 : « Ende dit bleef | toter helft, dat men daer nare | screef dertien hondert ende L jare, | int jaer van gracien bekent | onder den sesden paus Clement [1]. »

In den loop der eerstvolgende jaren vinden wij echter nog enkele sporen van het voortbestaan der Geeselaars in onze gewesten, zelfs in die streken waarvan wij tot hiertoe schier niet spreken konden, omdat wij er geene

[1] *Brabantsche Yeesten*, deel I, blz. 593.

gelijktijdige berichten over bezaten. Inderdaad, van de Geeselaars in het bisdom Utrecht hebben wij hierboven niets anders [1] kunnen vermelden, dan dat 400 Dordrechtenaars in Augustus 1349 de stad Doornik bezocht hebben, dat 120 Zeeuwen en Hollanders in September 1349 naar Londen over zee in bedevaart zijn gegaan en dat de klokken te Deventer geluid werden bij den terugkeer der Geeselaars aldaar. Nu vernemen wij, uit een besluit der synodale statuten van den Utrechtschen bisschop Jan van Arkel, uitgevaardigd den 13 Mei 1355, dat deze kerkprelaat het nog noodig achtte om, nagenoeg vijf jaren en half na de pauselijke veroordeeling der secte, aan de geestelijkheid van zijn bisdom, op straf van den kerkelijken ban, te verbieden eenige dooden in de gewijde aard te laten begraven, die in hunne kist zouden liggen met eenen hoed, eene roede of eenig ander kleedingstuk der Geeselaars [2]. Wel een bewijs, dat de secte in het zoo uitgestrekt bisdom Utrecht, dat schier geheel Noord-Nederland omvatte, krachtig gebloeid had en onder de bevolking nog steeds in eere werd gehouden.

Nog slechter was de toestand in het naburig aartsbisdom Keulen, dat zich overigens in de Nederlanden zelve over het land tusschen Maas en Waal en over een gedeelte van 't hertogdom Limburg en aanpalende heerlijkheden uitstrekte. Dit blijkt uit een scherp bevel van aartsbisschop Willem van Gennep, den 15 April 1353 uitgevaardigd en gericht tot de dekens en pastoors van zijn geestelijk gebied [3]. Het stuk draagt den veelbeduidenden

[1] Nochtans vestigde Moll (*Kerkgeschiedenis*, deel II, 3de stuk, blz. 78) reeds de aandacht op eene verwarde plaats van den zestiendeeuwschen kronijkschrijver Arent toe Boecop, die op het jaar 1312 eene aanteekening plaatst, welke naar alle waarschijnlijkheid op het jaar 1349 moet gebracht worden. Alsdan zouden te Vollenhove in Overijssel ook Geeselaars verschenen zijn : « Doe sinnen daer in 't lant een versamelinghe van vollick ghecoemen, dye men nyet en woste waer sye henne quamen; ende droeghen crussen voer en acter, ende sloghen hem seliven op sommighe tyden und songhen : Doet Godes wordt, loet u sonden. » Die Geeselaars zouden zich te Giethoorn bij Vollenhove gevestigd hebben en van den Utrechtschen bisschop groote voorrechten verkregen hebben. (*Kronijk van Arent toe Boecop*, uitgegeven in het *Codex diplomaticus Neerlandicus* van het Historisch Genootschap van Utrecht, 2de serie, deel V, blz. 235; *Corpus* II, blz. 135.)

[2] Van Heussen en van Rijn, *Batavia Sacra*, deel I, blz. 195; *Corpus* II, blz. 142 : Ne cadavera mortuorum cum pileo, baculo vel alio habitu Flagellatorum ecclesiasticae tradant sepulturae.

[3] Hartzheim, *Concilia Germaniae*, deel IV, blz. 471; *Corpus* I, blz. 202 en 203.

titel van : *Processus et mandata contra clericos et religiosos imitatores sectae Flagellatorum.* De aartsbisschop herinnert eerst, dat hij onlangs in eene plechtige synode aan alle geestelijken en monniken, die van de secte der Geeselaars deel hebben gemaakt [1], eene boete heeft opgelegd, waarvan zij zich binnen de maand, op straf van den kerkelijken ban, moesten kwijten. In kerken en kapittels werd deze beslissing van den aartsbisschop openbaar voorgelezen en afgekondigd; doch veel schuldigen hebben er zich niet om bekreund. Daarom beveelt de aartsbisschop aan al de dekens en pastoors, dat zij binnen de veertien dagen hunne onderhoorige geestelijkheid vergaderen zullen om hun het bevel op nieuw voor te lezen. De wederspannigen zullen in den ban geslagen worden en hunne namen met luider stemme in de kerken op alle zon- en feestdagen uitgeroepen worden. De lijst dier namen zal tevens schriftelijk aan den aartsbisschop binnen de veertien dagen worden ingezonden. Dit alles op straf van uit hunne dekenij of pastorij geschorst te worden.

Of dit bevel van den Keulschen prelaat in onze Nederlandsche gewesten van groote toepassing was, weten wij niet; maar zeker is het, dat het stuk ook gericht was tot de dekens en de pastoors van Nijmegen, Limburg, Malmédy en andere Nederlandsche plaatsen in het aartsbisdom Keulen gelegen. Dit was ook het geval met een ander bevel van denzelfden aartsbisschop Willem van Gennep in 1357 uitgevaardigd [2], toen eenige dweepers eene poging in zijn geestelijk gebied aanwendden om de Geeselaarssecte op nieuw in te richten, bewerende dat zij daartoe de toelating van dien kerkvoogd verkregen hadden [3]. Al de schuldigen worden in den grooten kerkelijken ban geslagen, zoo zij zich niet binnen de zeven dagen onderwerpen, en de geestelijkheid wordt aangemaand om ze openbaar in de kerken met de plechtigste pleegvormen aan te klagen. Overal waar de secte hare oefe-

[1] Qui de secta Flagellatorum aut ipsorum imitatores aut sectatores exstiterunt.

[2] HARTZHEIM, *Concilia Germaniae*, deel IV, blz. 485 en 486.

[3] Ad nostrum tamen non absque perturbatione gravi pervenit auditum, quod nonnulli superstitiosi homines et nefandi in hujusmodi detestabilem et damnatum recidivantes errorem, his diebus hujusmodi sectae exercitium intra nostrae jurisdictionis terminos restaurare praesumptione diabolica praesumpserunt, falso confingentes se a nobis super hoc licentiam accepisse.

ningen zou verricht hebben, moeten de goddelijke diensten gedurende drie dagen geschorst worden. Ook de wereldlijke macht wordt opgeroepen om die nieuwe Geeselaars te onderdrukken *manus appositione militaris.*

Deze onverwachte opflikkering van de secte, die men reeds uitgestorven waande, is wel een sprekend bewijs, dat de laatste vonken van den grooten brand der Geeselaars in onze gewesten slechts langzamerhand volkomen uitgedoofd konden geraken.

In de volksletterkunde van den tijd treffen wij daar eene zeer merkwaardige en buitengewoon stoute verklaring over.

Een Brabantsche tijdgenoot, de dichter van het zoo eigenaardig *Boek van der Wraken* [1], in wien men soms ten onrechte niemand minder heeft willen zien dan Jan van Boendale, den hoofdleider van Maerlant's didactische school in de 14de eeuw [2], trekt beslist partij voor de Geeselaars tegen de Kerk : « Al was dese penitencie fel, — zegt hij, — sijn ghevuechde den papen niet wel; | sij waren herde seer contrare, | want niet moghelijc en ware, | dat leke lieden souden | alsulke penitencie houden | met crucen ende vanen met, | die si selve hadden gheset, | sonder der Heiligher Kerken raet. | Dat dochtem wesen quaet; | ende hier omme (des sijt vroet), | so wort so groten evelen moet | van den volke ten papen waert. | Die papen werden soe vervaert, | dat si int leste stille zweghen | ende lieten hen haers willen pleghen, | die welke haet, sonder waen, | niet vergaen en sal so saen. | Hets waer, pause ende kardinale | ende busscope al soe wale | vielen daer jeghen utermaten. | Nochtan en wouden sijs niet laten, | sijn hebbense over ban gedaen, | daer si seer aen hebben mesdaen. »

Zeer juist geeft de dichter hier de hoofdreden op van den tegenstand der Kerk : de Geeselaarsbeweging was buiten haar ontstaan, en dat mocht zij op godsdienstig gebied niet dulden. Krachtiger dan eenig ander tijdgenoot spreekt hij ons van « den groten evelen moet van den volke ten papen

[1] *Boec van der Wraken*, deel III, v. 2200-2220; *Corpus* II, blz. 129.

[2] Boendale beschouwde integendeel de Geeselaars als gevaarlijke ketters en juichte bij hunne onderdrukking. (Zie *Corpus* I, blz. 194 en 195, uittreksel uit zijne *Brabantsche Yeesten.*)

waert », en dreigend gewaagt hij van dien « haet... (die) niet vergaen en sal so saen » (zoo spoedig). Ook de verslagenheid en den schrik der geestelijken bij den aanvang der beweging, toen « si int leste stille zweghen ende lieten hen haers willen pleghen », teekent hij ons met eene bondige welsprekendheid. En wanneer hij ten slotte de onderdrukking der Geeselaars bij middel van den pauselijken ban aanstipt, komt de wrok van het volk zich met bitterheid uitspreken in zijnen stouten slotregel : « Daer si seer aen hebben mesdaen! » Doch het is niets anders dan eene laatste uiting van onmacht tegenover de veroordeeling van paus, kardinalen en bisschoppen. De zege was aan de Kerk gebleven over de Geeselaars, voor wie de geestelijkheid gedurende eenige maanden het hoofd had moeten bukken.

Eene halve eeuw later flikkerde op nieuw dezelfde secte in de Nederlanden op; doch, zoo wij over de woelingen der eerste Geeselaars vele en uiterst schilderachtige berichten bezitten, voor de tweede beweging zijn zij zeer dungezaaid en onbelangrijk.

Eene enkele gelijktijdige kronijk, de *Chronicon Gemblacense* of *Cronica episcoporum Leodiensium,* later schier letterlijk afgeschreven door den Luikschen monnik Cornelius Zantfliet († c. 1462), gewaagt er eenigszins breedvoerig van. Volgens deze aanteekening [1] kwamen ten jare 1400 de Geeselaars weer op. Eene bende vertoonde zich te Maastricht; en, wanneer de magistraat hen uit de stad wilde werpen, kwam er eene groote beroering onder het volk, dat integendeel die Geeselaars loofde en goedkeurde, zoodat de burgemeesters zelve te gelijk met de meeste tegenstanders der Geeselaars uit Maastricht gebannen werden. Later riep de Luiksche bisschop Jan van Beieren de schuldigen vóór zijne bekende rechtbank van den Ring van het Paleis en zij werden er tot geldboeten veroordeeld. Intusschen waren de Geeselaars te Wezet (Visé) op de Maas ten Noorden van Luik aangekomen, maar zij werden er door den heer van Perwez in de gevangenis geworpen. Te Tongeren sloot men de stadspoorten, om te

[1] *Chronicon Cornelii Zantfliet,* bij Martène en Durand, *Veterum scriptorum amplissima collectio,* deel V, blz. 358; *Corpus* II, blz. 189 en 190. — Zie verder in het Aanhangsel.

beletten dat de Geeselaars de bevolking besmetten zouden. Aldus werd de secte ten tweeden male onderdrukt [1].

Een alleenstaande archiefstuk [2], dat tot hiertoe onbenuttigd was gebleven [3], bewijst overigens, dat die tweede geeselziekte zich niet tot het Luikerland heeft beperkt. Den 18 Augustus 1400 lieten de baljuw en de mannen van den Oudburg (het gedeelte der stad Gent, waar de graaf van Vlaanderen een rechtstreeksch gezag op bezat) een scherp voorgebod ten Gravenkasteele uitroepen, om de secte der Geeselaars met hare aanhangers in hun gebied te onderdrukken. Zij zeggen vernomen te hebben, dat sedert korten tijd zekere lieden, zonder de toelating der heilige Kerk, opgerezen zijn, die een genootschap gevormd hebben en vergaderingen houden, waarop zij zich geeselen onder het zingen van liederen « als cruusbroeders; dwelcke es contrarie Gode van Helmelrike, der helegher kercken, den kerstinen gheloeve ende elken goeden menschen in zinen persoen, daar vele beroerten ende onrusten of ghescepen waren te commene, up dat zij niet wederstaen en worden, alzoet behoert ». Daarom gebieden de baljuw en de mannen der kasselrij van den Oudburg, in 's graven naam, dat niemand van hunne onderhoorigen die Geeselaars mag herbergen, spijzen noch laven noch in hun gezelschap treden, op straf van tien jaar ballingschap.

Volgens eene aanteekening achter het stuk geschreven, vaardigden ook de schepenen der stad Gent een schier gelijkluidend voorgebod tegen de Geeselaars ten stadhuize uit : « In dezer selver manieren waest ghedaen up tscepenhuus te Ghend, *mutatis mutandis*. » Ook deze geeselziekte, die zich

[1] Met een enkel woord vermeldde W. Moll (*Kerkgeschiedenis*, deel II, 3de stuk, blz. 82) de tweede Geeselaarsbeweging van 1400, zich beroepende op Fisens's *Historia ecclesiae Leodiensis*, II, 157 (1646). Zantfliet's bericht nam kanunnik J. Daris op in zijne *Histoire du diocèse et de la principauté de Liége pendant le XVe siècle*, blz. 39 (1887).

[2] Bibliotheek der Hoogeschool te Gent, Handschrift nr 434 : *Traités de paix, etc.*, fol. 68; *Corpus* II, blz. 189.

[3] Dankbaar vermeld ik hier, dat op dit stuk der Gentsche Bibliotheek, welk mij, hoe vreemd ook, onbekend was gebleven, mijne aandacht werd gevestigd door den heer A. Van Werveke, leeraar aan de middelbare school te Gent en schrijver der verhandelingen *Le cours de l'Escaut et de la Lys-Durme au moyen âge* (1892) en *De tekst van Vaernewijk betreffende het graf en de grafzerk van Hubrecht van Eyck* (1896).

te zelfder tijd in Italië openbaarde [1], ging aldaar evenals in onze gewesten met eene verschrikkelijke pest gepaard, gelijk in 1349. In het *Memorieboek der stad Ghent* leest men op het jaar 1400 : « Item, in dit jaer was te Ghent groote sterfte ende al Nederlant duere. »

Ziedaar alles wat ons van de tweede Geeselaarsbeweging in de Nederlanden is bekend. Zij schijnt dan ook veel minder beduidend te zijn geweest dan de eerste.

[1] In het Handschrift nr 434 der Gentsche Bibliotheek komt ook (fol. 66-67 verso) een Latijnsche brief van 10 Juli 1399 uit Genua voor, vermoedelijk door eenen Vlaming aan eenen landgenoot geschreven, waarin geestdriftig gesproken wordt over de stichtende en mirakuleuze handelingen der Geeselaars of Kruisbroeders in die stad en in geheel Noorder Italië. Wij lezen er onder anderen : « Die quoque dominica, omnes de congregacione discipline, qui vocantur in flamingo *cruus broeder*, se vadunt per civitatem verberando. » (Fol. 67.)

DERDE HOOFDSTUK.

De Secte der Dansers in 1374.

Tusschen de beide Geeselaarsbewegingen hebben wij in de 14de eeuw nog de verschijning te vermelden van eene gelijkaardige, doch nog vreemdere en ziekelijkere secte, namelijk die der Dansers.

Drie gelijktijdige kronijkschrijvers, Pieter van Herenthals († 1390), monnik van Floreffe bij Namen, de onbekende schrijver der nog onuitgegevene *Cronica episcoporum Leodiensium*, gezegd *Chronicon Gemblacense* [1], en de Tongersche deken Radulphus de Rivo († 1403) vertellen ons tamelijk uitvoerig [2] hoe de Dansers in 1374 uit Duitschland naar het Luikerland oversloegen, er tegen dē Kerk en de geestelijkheid eene dreigende houding aannamen, en er ten slotte onderdrukt werden.

Ten tijde van paus Gregorius XI zag men te Aken, op 2 Juli 1374 [3], gedurende de kermis, eene wonderlijke secte van mannen en vrouwen uit Hoog-Duitschland [4] aankomen. Met de Geeselaars hadden zij hunne herkomst reeds gemeen. Halfnaakt, schaamteloos en van den duivel bezeten,

[1] Deze kronijk berust in het HS. nr 3802-7 ter Koninklijke Bibliotheek te Brussel (zie fol. 235 verso-236 verso). Ik dank hare mededeeling aan den heer Eug. Bacha, beambte bij die Bibliotheek (afdeeling der handschriften), en betuig er hem hier mijnen oprechten dank voor. — In het Aanhangsel achteraan vindt men een uittreksel der kronijk over de Dansers.

[2] Petrus de Herenthals, *Vita Gregorii XI*, afgedrukt bij Muratori, *Rerum Italicarum scriptores*, deel III, pars altera, kol. 674 en 675; ook bij Baluze, *Vitae paparum Avenionensium*, deel I, blz. 483; *Corpus* I, blz. 231 en 232; *Radulphi de Rivo, decani Tongrensis, gesta pontificum Leodiensium*, bij Chapeaville, deel III, blz. 19-22; *Corpus* I, blz. 233-235. — Beide zijn verkort samengesmolten in het *Magnum chronicon Belgicum; Corpus* II, blz. 145 en 146.

[3] Mense Julio, ipsa dedicationis ecclesiae Aquensis, quae est altera divisionis apostolorum. (R. de Rivo.)

[4] Ex superioribus Germaniae partibus. (R. de Rivo.) — De partibus Alamanniae. (P. van Herenthals.)

voerden zij, met bloemenkransen op hun hoofd, niet alleen op straten en pleinen, maar ook in huizen en kerken, hand aan hand, hunne wilde dansen uit. Onder het hoog opspringen zongen zij liederen, waarin, volgens de tijdgenooten, duivelsnamen vermeld werden, als *Friskes* en andere [1]. Maar, uit eene Keulsche kronijk blijkt, dat het woord *Frisch, Friskes,* niets anders was dan ons *Frisch op!* daar de Duitsche Dansers in hun lied aldus zongen : « Here sent Johan, so, so, *vrisch* und vro, here sent Johan [2]! » Uitgeput wierpen zij zich nu en dan ter aarde neder [3]. Na aldus gedanst te hebben, werden zij door verschrikkelijke buikpijnen aangegrepen en begonnen vervaarlijk te huilen. Zij schenen te zullen sterven, maar hunne vrienden stelden telkens een einde aan hun lijden door hunnen buik over den navel met linnen banden geweldig te verbinden [4]. De wijze lieden schreven deze duivelsche secte toe aan de diepe onwetendheid aangaande de geloofszaken en de goddelijke voorschriften, die alsdan algemeen was [5];

[1] Nomina daemonum hactenus inaudita in carminibus suis usurpabant. (R. DE RIVO.) — Quaedam nomina daemoniorum nominabant, videlicet *Friskes* et similia. (P. VAN HERENTHALS.) — De gelijktijdige versregels, door Pieter van Herenthals als slot zijner aanteekeningen opgenomen, zeggen eenvoudig : « Se unus alteri sociat leviter clamando : | *Frisch, Friskes!* clamat uterque sexus. »

[2] *Die Cronica van der hilliger Stat van Coellen,* fol. 277 (Keulen, 1499). — Reeds in het gelijktijdige gedicht (*rigmata*), door Pieter van Herenthals aangehaald, leest men de verzen : « Se unus alteri sociat, leviter clamando : | *Frisch, friskes!* cum gaudio clamat uterque sexus. » (*Corpus* I, blz. 232.) — Ook het vijftiendeeuwsch *Chronicum Belgicum* van JOHANNES A LEYDIS zegt : « Saepius se ipsos animando dicentes : *Frijsch, Frijsch.* » (*Corpus* II, blz. 144.)

[3] Deorsum prosternitur. (P. VAN HERENTHALS.) — Post gestus et saltus diversimodos proni labebantur in terram. (ZANTFLIET.)

[4] Et in fine hujus chorizationis in tantum circa pectoralia torquebantur, quod nisi mappulis lineis a suis amicis per medium ventris fortiter stringerentur, quasi furiosi clamabant se mori. (P. VAN HERENTHALS.) — Dudum fit ululatus, | Calcato ventre cernitur statim liberatus. (IBID.) — Choreis finitis, eos daemones gravissimis pectoris doloribus cruciabant, ita ut nisi nexibus quibusdam umbilicatim fortiter stringerentur, magnis furiosisque ululatibus se mori proclamarent. (R. DE RIVO.) — Nisi statim funibus et mappis circa ventrem fortissime constricti fuissent, ex impetu tortionum suarum mox crepuissent. (ZANTFLIET.)

[5] Causam huiusmodi sectae diabolicae non aliam viri prudentes assignabant causam quam fidei et praeceptorum Dei, quae per id tempus regnabant, crassam ignorantiam. (R. DE RIVO.)

maar het volk schoof de schuld van alles op de priesters, die in ontucht leefden en die, beweerde men, een ongeldig doopsel aan de kinderen toedienden [1].

Gedurende de maanden September en October 1374 groeide die kettersche secte tot veel duizenden aan [2]. Elken dag (*quotidie*) kwamen nieuwe benden Dansers uit Duitschland te Aken aan en trokken van daar naar Maastricht [3], naar Tongeren, naar Herstal [4], naar Luik en naar de aanpalende gewesten [5], tot in Henegouwen en Frankrijk [6]. Overal sleepten zij de bevolking in hunne woede mede, zoodat velen, volkomen gezond van hoofd, plotseling door den duivel werden bezeten en de hand der Dansers aangrepen om met hen rond te springen [7]. Zwervend liepen zij het land rond, breed levende van de opbrengst hunner bedelarij en 's nachts onzedelijke kastijdingen plegende [8]. Zij beweerden Christus te aanschouwen met den hemel vóór hen wijd open staande [9]; zij zegden ook, dat zij onder 't dansen meenden door eenen plas bloed te waden en daarom zoo hoog opsprongen [10]; zij konden niemand

1 Vulgus autem dicebat, quod huiusmodi plaga populo contigisset eo quod populus male baptizatus erat maxime a presbyteris suas tenentibus concubinas. (P. VAN HERENTHALS.) — Non deerant tamen e vulgo, qui in sacerdotes concubinarios culpam rejicerent, quod per eos minus recte pueri baptizarentur. (R. DE RIVO.)

2 Haec secta a mense Septembri in Octobrem (mirum, verum tamen dictu) in multorum millium multitudinem excrevit. (R. DE RIVO.)

3 Unde (Aquis) venerunt Trajectum receperuntque plures Trajectenses egritudinem illam. (*Cronica.*)

4 Postea venerunt Harstallium ad ecclesiam beate Marie Virginis, ubi alique fuerunt sanati et reliquerunt ibi tuellas suas, unde cingebantur, in signum curationis sue ad honorem Domine nostre. (*Cronica.*)

5 Leodij, Trajecti et Tongris et vicinis in partibus. (R. DE RIVO.)

6 Usque Hanoniam seu Franciam. (P. VAN HERENTHALS.)

7 Plurimi sani mentisque compotes extemplo a daemonibus arripiebantur, alijs chorisantibus datis dextris se adiungentes. (R. DE RIVO.)

8 Vagatur loca varia pompose vivendo, | Mendicat necessaria propriis parcendo... | Noctis sub umbraculo ista perpetravit, | Cum naturali baculo subtus se calcavit. (P. VAN HERENTHALS.)

9 Cernit Mariae filium et coelum apertum. (IBID.)

10 Dicebant, quod videbatur eis, quod in hora hujus chorizationis erant in fluvio sanguinis et propterea sic in altum saltabant. (IBID.)

zien weenen, zij wilden geene roode kleederen noch puntige schoenen dulden, zoodat te Luik aan de schoenmakers tijdelijk moest verboden worden zulke puntige schoenen te maken [1]. Over de handelingen der Dansers in deze laatste stad is de kronijk van den Tongerschen deken vooral uitvoerig en schilderachtig; ook de *Cronica episcoporum Leodiensium* geeft belangrijke en stipte aanvullingen.

Te Luik waren de Dansers omstreeks half-September aangekomen [2]. Zij werden er weldra zoo talrijk, dat zij een dreigend gevaar werden voor het geloof en de geestelijkheid, daar zij de sacramenten verachtten, kettersche dolingen aanhingen, in de kerken de goddelijke diensten verstoorden, en met niets dan haat jegens de priesters bezield waren [3]. Op 't einde der maand October, omstreeks Allerheiligen, waren er te Herstal bij Luik eene groote menigte mannen en vrouwen der secte vergaderd, en daar smeedden zij eene samenzwering om Luik op den hoogdag [4] te verrassen, er de prelaten, kanunniken, parochiepastoors en verdere klerken uit te moorden en op de geestelijke goederen de hand te leggen [5]. Maar God verijdelde hun duivelsch plan; de welmeenende burgers brachten hen vóór de priesters, die er in gelukten den duivel uit hun lijf te verjagen, hetgeen tot overgroote beschaming des duivels en tot eer der Luiksche geestelijkheid gebeurde [6]. In stede

1 Spernit videre rubea et personam flentem. (P. VAN HERENTHALS.) — De latere kronijkschrijver CORNELIS ZANTFLIET († c. 1462) licht dit toe als volgt: « Hi praesertim exosos habebant eos, qui vestes rubeas deferebant et calceos rostratos, in tantum ut etiam prohibiti sint sutores huiusmodi calceos cum rostris amodo facere in civitate. » (*Chronicon*, bij MARTÈNE en DURAND, *Amplissima collectio*, deel V, blz. 301; *Corpus* I, blz. 236.)

2 Tandem circa mensem Septembrem Leodium [secta] advenit. (R. DE RIVO.) — Circa festum exaltationis sancte crucis (14 Sept.) venerunt ad Sanctum Leonardum prope Leodium, inde Leodium; et quotidie multiplicabantur, unde multi terrebantur. (*Cronica.*)

3 Ad fidei contraria erigit hec gens mentem... | Clerum habet odio, non curat sacramenta. (P. VAN HERENTHALS.) — Ubicumque siquidem illi subintrabant, ecclesias et suis inconditis clamoribus officium divinum perturbabant. (ZANTFLIET.)

4 In die omnium Sanctorum. (JOH. A LEYDIS; *Corpus* II, blz. 144.)

5 Conciliabulo habito, concluserant Leodium pariter ingredi et praelatos, canonicos, parochos totumque clerum trucidare. (R. DE RIVO.) — Proposuerat vulgus insurgere in clerum eos occidendo et bona eorum diripiendo. (P. VAN HERENTHALS.)

6 Cum magna daemonum confusione et ipsorum sacerdotum gloria. (R. DE RIVO.)

van vernederd uit deze moeilijkheden te komen, trad deze er glansrijk uit [1]. Men had beweerd, dat de schuld der onlusten toe te schrijven was aan het slecht gedrag der ontuchtige priesters en men had de geldigheid van het door hen toegediende doopsel in twijfel getrokken; maar, volgens den Tongerschen deken, wilde God nu duidelijk bewijzen, dat het doopsel der verdorvene priesters even goed is als dat der deugdzame; ja, zelfs wilde God de seculiere geestelijkheid rechtstreeks in hare eer herstellen, daar hij aan haar, en niet aan de kloosterlingen, de macht gaf om den duivel te verjagen [2]. Daarvan verspreidde zich de faam wijd en zijd. Van alle aanpalende plaatsen zond men dan ook naar Luik veel bezetene Dansers, die door de Luiksche priesters van den duivel verlost werden [3]. En God schonk die gunst aan de seculiere geestelijken zonder onderscheid van persoonlijke verdiensten, zoowel aan de geleerde als aan de ongeleerde, aan de goede als aan de verdorvene [4].

Zorgvuldig heeft de Tongersche deken ook geboekt, hoe men bij die duivelsbezweringen te werk is gegaan. Daargelaten het lezen van missen, het houden van sermoenen en het inrichten van groote processiën, welke gewone middels natuurlijk aangewezen waren, maar waar een later kronijkschrijver, de Luiksche monnik Cornelis Zantfliet, alleen van gewaagt [5],

[1] Quo viso, cessavit tempestas vulgi taliter, quod clerus multo plus a populo fuit honoratus. (P. VAN HERENTHALS.) — Sacerdotum et cleri Leodiensis longe lateque propagato bono odore. (R. DE RIVO.)

[2] Sed, ut non minus valere baptismum improborum quam proborum sacerdotum Deus comprobaret silentiumque calumniatoribus imponeret, saeculares sacerdotes hac gratia donare voluit, ut illi huiusmodi possessos ecclesiae caeremonijs et exorcismis liberarent, quam alijs sacerdotibus religiosis negabat. (R. DE RIVO.)

[3] Qua fama longe lateque dispersa, plurimi huius sectae homines ad eundem locum deducti ecclesiae exorcismis e faucibus daemonum liberati sobriae menti restituti fuerunt. (R. DE RIVO.) — Multa daemonia Leodii sunt ejecta; et ab aliis regionibus illuc advehebantur hisdem passionibus vexati et sanabantur continuo. (ZANTFLIET.)

[4] In quibus indifferenter idem praestiterunt tum boni tum mali sacerdotes. (R. DE RIVO.) — Insuper et per simplices et parum litteratos sacerdotes ac capellanos. (ZANTFLIET.)

[5] Eapropter apud Leodium celebratae sunt missae speciales et processiones solemnes necnon et sermones ad populum. (ZANTFLIET.)

handelt Radulphus de Rivo met blijkbaar welgevallen over de triomfen der seculiere geestelijkheid, waarvan hij zelf lid was.

Vooral in de kapel der H. Maagd Maria, in den kruisgang der hoofdkerk van Sint-Lambertus, geschiedden veel wonderen; maar ook in andere Luiksche kerken, als in die van het H. Kruis, van Sint-Bartholomaeus, van O. L. Vrouw en van Sint-Andries. In de kapel der H. Maagd onderscheidde zich eerst een priester, Lodewijk Loves [1] geheeten, vóór wien men eenige der saamgezworenen van Herstal had gebracht. Hij legde op hunnen hals zijne stool en las hun luidop Sint-Jan's Evangelie : *In principio erat verbum* voor, zoodat hij er terstond een tiental van den duivel verloste. Ook andere gedeelten van het Evangelie, bij voorkeur degene, waarin Christus de duivels verjaagt, werden eveneens met goed gevolg gebruikt. Wanneer de genezing niet gemakkelijk werd verkregen, namen de priesters ook hunne toevlucht tot de gewijde hostie en tot wijwater, dat men den bezetene te drinken gaf of met geweld hem op het hoofd of mond aanbracht, met bijvoeging van allerlei bezweringsformulieren. Nu en dan kwamen de duiveljagers met den booze rechtstreeks in aanraking en vielen hem lastig met allerlei onbescheidene ondervragingen. Alzoo, toen een priester zich in de Sint-Bartholomaeuskerk aangordde om eenen bezetene te belezen, riep de duivel uit diens mond : « Laat mij in rust; ik zal uit eigene beweging weggaan; martel mij niet langer! — Eerst wil ik mij met u wat onderhouden », antwoordde de priester. « Zijt gij alleen? — Wij waren getweeën, maar mijn gezel, die boozer is dan ik, is reeds weg. Wees gerust, ik ook ga weg. Ik word in dit lichaam te sterk gefolterd. Ik beloof u in geen ander christelijk lichaam eene schuilplaats te zullen zoeken. — Maar waarom [2] », hernam de priester,

[1] De *Cronica episcoporum Leodiensium* noemt hem Symon Lones.

[2] « Cur ergo », inquit sacerdos, « ingredimini corpora huiusmodi vilium et miserarum personarum? — Eramus », inquit, « et divitum et principum corpora ingressuri, et per hos totum clerum Leodio expulsuri, nisi vestris exorcismis et adiurationibus nos migrare coegissetis. » (R. DE RIVO.) — Et coepit haec daemonica pestis vexare in dictis locis et circumvicinis masculos et foeminas *maxime pauperes et levis opinionis* ad magnum omnium terrorem; *pauci clericorum vel divitum* sunt vexati... Cui presbyter : « Quare intrasti cor-

« kiest gij het lichaam van onaanzienlijke en arme lieden uit? — Och! wij stonden op het punt ook de rijken en machtigen te bemeesteren en wilden door hun toedoen de geheele Luiksche geestelijkheid verderven, toen wij door de bezweringen en belezingen tot den aftocht gedwongen werden. » En dat dit gesprek geen lichtzinnig verzinsel is, getuigt de vrome Radulphus de Rivo uitdrukkelijk : « Veel priesters waren er oorgetuigen van, en hebben het mij al verteld », zegt hij in allen ernst [1].

Niet minder wonderlijk was het gebeurde te Aken. Een bezeten meisje was er reeds te vergeefs door enkele priesters onder handen genomen, toen een geestelijke, met name Symon, haar volgenderwijze van den duivel verloste. Na zijn priesterlijk gewaad aangetrokken te hebben, plaatste hij het meisje in een vat vol water, zoodat zij er tot aan den mond in baadde. Dan vroeg Symon aan den duivel, hoelang hij reeds van dat meisje bezit had genomen. « Reeds sedert twee jaar », was het antwoord. Ondervraagd waar hij zich dan schuil gehouden had, toen het meisje haren Paschen had gehouden en de heilige communie ontvangen, antwoordde de duivel, dat hij zich in het topje van de teenen harer voeten had teruggetrokken, zoolang de gewijde hostie niet verteerd was. Hem bevolen zijnde zich uit het lichaam van het meisje te verwijderen, stemde de duivel er in toe, maar hij smeekte de toelating af, om in een nabijgelegen kasteel de wijk te mogen nemen, belovende zich aldaar nuttig te maken door er nacht en dag de wacht te houden tegen de dieven en straatroovers. Gevraagd of hij als waker ook den hoorn kon blazen, antwoordde hij : « Uitstekend! » en, ten einde een proefje zijner talenten te geven, verraste hij al de omstanders door eene luidruchtige fanfare. Ongevoelig aan de muziek, weigerde hem de priester de gevraagde toelating en verbood hem insgelijks in het Bad van Karel den Groote te Aken zijnen intrek te nemen. Zeer ontevreden

pora talium personarum? » Respondit : « Clerici et presbyteres dicunt tot pulchra verba et tot orationes, ut non possemus intrare corpora ipsorum. Si adhuc fuisset expectatum per quindenam vel mensem, nos intrassemus corpora divitum et postea principum, et sic per eos destruxissemus clerum. » (*Magnum Chronicon Belgicum.*)

[1] Haec a quamplurimis presbyteris audita et per eos nobis narrata fuerunt.

vertrok nu de duivel met groot gedruis en gehuil, na uit den mond van het meisje eene zwarte kool gespuwd te hebben. Of hij toch naar 't Bad van Karel den Groote gevlucht was? Waarschijnlijk ja, want kort nadien versmoorden er twee of drie personen, denkelijk door dien duivel verworgd. « Van dien dag af tot op heden », getuigt Radulphus, « bleef het Bad gesloten. » In een ander moeilijk geval gebruikte dezelfde priester Symon met goed gevolg het vasten als middel tot uitdrijving van duivels, gedachtig aan Christus woorden : *Hoc genus daemoniorum non ejicitur nisi in oratione et jejunio.*

In den beginne van de woelingen der Dansers [1] had zich te Luik een ander wonderlijk geval voorgedaan, waarvan het verhaal ons ook door Radulphus en de *Cronica episcoporum Leodiensium* werd bewaard. In de kerk van het H. Kruis aldaar, tijdens de vespers, moest een kerkbediende met het wierookvat in het koor rondgaan. Tot ieder's ontzetting werd hij plotseling van den duivel bezeten. Hij sloeg zijn wierookvat op bespottelijke wijze de lucht in, begon te dansen en liedjes met onbekende woorden te zingen en hij weigerde zich stil te houden. Een behendig priester nam hem daarop in behandeling; maar de bezetene wilde geenszins den Onzen Vader noch het *Credo* opzeggen, roepende : *Credo in diabolum!* Doch, na de gebruikelijke belezingen, werd hij van den duivel verlost en las hij zeer gewillig en met groote vroomheid den *Pater Noster* en het *Credo.*

Dank aan al deze middels, door de Luiksche geestelijkheid aangewend, nam de secte der Dansers allengskens af. Zij had meer dan een jaar lang gewoed, en later nog, gedurende drie a vier jaren, werden nu en dan enkele bezetene Dansers gevat en door de geestelijkheid van den duivel bevrijd [2].

Die middeleeuwsche schilderij, ons door den gemoedelijken Tongerschen deken opgehangen en hier en daar door eene toets uit Pieter van Herenthals

[1] In festo sancti Severini (21 Oct.), cum dedicatio esset sancte Crucis Leodii. (*Cronica.*)

[2] His alijsque eiusce generis ecclesiasticis remedijs secta haec, quae spatio unius anni plurimum invaluerat, paulatim imminui coepit; et quamvis per tres quatuorve annos subinde quidam huiusmodi daemonum ludibrijs vexari deprehenderentur, tamen sacerdotum precibus et exorcismis perfacile ejiciebantur. (R. DE RIVO.)

of de *Cronica* of Zantfliet of het *Magnum Chronicum Belgicum* aangevuld, is waarlijk volledig. De diepe onwetendheid (*crassa ignorantia*) van het gemeene volk in alle godsdienstige zaken [1], de verregaande onzedelijkheid der priesters, die aan de deugdelijkheid der door hen bediende sacramenten twijfelen doet, het naïef geloof in God's tusschenkomst tot bescherming dier onwaardige seculiere geestelijkheid, de slecht onderdrukte naijver van deken Radulphus tegen de monniken, de woestheid der zeden, de duivelsbelezing in vollen bloei, met geloofwaardige oorgetuigen, die potsierlijke gesprekken aanhooren met uitgejaagde duivels gemoedelijk gehouden, de uitspattingen der geestelijke en lichamelijke smetzickte, die zich van lijf en ziel meester maakt en de samenleving met de Kerk op hare grondvesten gedurende eenige maanden schokken doet, van dat alles schonk ons Radulphus de Rivo een uiterst aangrijpend en echt schilderachtig tafereel, waarin men de godsdienstige en sociale toestanden van den tijd als in eenen trouwen spiegel ziet afgebeeld voor een gedeelte der Nederlanden, dat verreweg niet onder de minst verlichte en voorspoedige moet gerekend worden; immers, in de 14de eeuw, was het Luikerland een gezegend oord van stoffelijken voorspoed, volksontwikkeling en staatkundige vrijheid, ten koste van goed en bloed door eenen heldhaftigen rumoerigen kleinen stam tegen zijne machtige bisschoppen onophoudend gehandhaafd. Hoe moest het dan gesteld zijn met het volksgemoed in de veel talrijker meer verachterde gewesten der Nederlanden [2]?

[1] Zie op bladzijde 49, noot 5, het citaat uit R. de Rivo. — Gemoedelijk besluit evenzoo MEYERUS zijne korte aanteekening over de Dansers met de woorden : « Autumo talia rudibus accidisse mortalibus, propterea quod a pueritia legem Dei non docerentur. Erant enim tenebrosissima tempora. » (*Annales Flandriae* (1561), fol. 165 verso; *Corpus* II, blz. 149.)

[2] Ook uit een geneeskundig standpunt kan de kettersche smetziekte der Dansers beschouwd worden, zooals reeds in 1832 door eenen Berlijnschen hoogleeraar, Dr. J. F. C. Hecker, werd gedaan. Doch dit valt buiten ons bestek. Zie HECKER, *Die Tanzwuth, eine Volkskrankheit im Mittelalter*, nach den Quellen für Aerzte und gebildete Nichtärzte bearbeitet (Berlijn, 1832). — In dit geleerd werkje van 92 bladzijden, door den schrijver aan den beroemden Alexander von Humboldt opgedragen, wordt de danswoede bestudeerd in Duitschland en in de Nederlanden, in Italië en in Abyssinië. — Voor de Nederlanden kent Hecker slechts drie onzer bronnen : Pieter van Herenthals, het *Magnum Chronicon Belgicum* en eene andere onbeduidende vijftiendeeuwsche kronijk.

Maar niet alleen in het Luikerland had de secte der Dansers gewoed. Uit latere kronijkschrijvers blijkt ten overvloede, dat zij zich over de geheele Nederlanden verbreid had, evenals een twintigtal jaren vroeger die der eerste Geeselaars. Zoo vinden wij haar vermeld in het graafschap Vlaanderen, in het hertogdom Brabant [1] en in het hertogdom Gelderland [2]. Zeer talrijk liepen de Dansers het land af : naar Vlaanderen kwamen zij uit de Rijnlanden over Brabant in benden van honderd of honderd vijftig personen [3]. Het getal der genezen Dansers in het Luikerland wordt door Johannes a Leydis op ongeveer drie duizend geschat [4]. Zij schijnen zelfs de openbare rust gestoord te hebben. Wie niet mededansen wilde, werd er toe gedwongen of mishandeld [5]. Ook stond de Kerk niet alleen tegen hen op; men mag als zeker aannemen, dat de wereldlijke macht zich op meer dan eene plaats de zaak ernstig zal hebben aangetrokken. Ten minste weten wij het stellig van de stad Gent, waar, blijkens het *Memorieboek* [6], de Dansers insgelijks verschenen waren « ende dansten deurgaens wech, dach ende nacht, sonder eten, sonder drincken of sonder slapen... » Zij werden er door den magistraat uit de stad gebannen en de zestiendeeuwsche Gentenaar Marcus van Vaernewijc, die zoo betrouwbaar is, wanneer hij over zijne vaderstad schrijft, zegt omstandig : « Ende den XIII. Octobris [1374] waren die zelve Danssers te Ghendt ghebannen vijftich jaren wt den lande ende graefschepe van Vlaenderen, op haerlieder hooft, te ruijmen binnen sonneschijn, naer costuijme [7]. »

[1] *Annales Belgici Ægidii de Roya, Chronicon comitum Flandrensium, Chronijcke van Nederlant*, MEYERUS. (*Corpus* II, blz. 146-149.)

[2] SLICHTENHORST, *Geldersse Geschiedenissen* (1654), blz. 157 ; *Corpus* II, blz. 150.

[3] *Chronijcke van Nederlant* (16de eeuw) : Een groote schare van luyden, die men hiet die Dansers, dewelcke waeren som met C, som met CL persoonen, altegader roepende als dulle, dwase ende sotte luyden.

[4] Circiter tria milia in diversis locis.

[5] *Chronicum comitum Flandrensium* (15de eeuw) : Et pertractabant illos satis male nolentes cum eis corrizare.

[6] Deel I, blz. 98 en 99; *Corpus* II, blz. 147 en 148.

[7] *Historie van Belgis* (Antwerpen, 1619), blz. 125; *Corpus* II, blz. 148.

Hoe lang de secte der Dansers in de Nederlanden [1] kan gewoed hebben, is moeilijk te bepalen. Het *Magnum Chronicum Belgicum* der 15de eeuw, sprekende in 't algemeen, zegt : « Hec pestis infra annum satis invaluit, sed postea per tres aut quatuor annos omnino cessavit. » Van het Luikerland alleen gewagende, getuigt de tijdgenoot Radulphus de Rivo insgelijks, zooals wij reeds hierboven zagen [2], dat de Dansers aldaar meer dan een jaar gebloeid hebben en dat er zich nog gedurende drie a vier jaren daarna afzonderlijke gevallen van dansende bezetenen voordeden.

[1] Wij zwijgen over overdrijvingen aangaande hare verbreiding buiten de Nederlanden als die van de *Historia Westphalica* van den Benedictijnermonnik Bernardus Wittius (Munster, 1778), die schrijft : « Aquisgrani Alemanniae ex partibus venit ascenditque usque Avionem et Franciam. » (*Corpus* II, blz. 149.) — Ook Slichtenhorst zegt evenzoo : « Een kluchtige dolligheyd, die eerst Gelderland en Gulich, daerna ook Duytsland met Vrankryk bevingh. » (*Ibid.*, blz. 150.)

[2] Hierboven, op bladzijde 55.

AANHANGSEL.

(Uittreksel uit de *Cronica episcoporum Leodiensium* over de Dansers.)

Eodem anno (1374) in festo divisionis apostolorum venerunt quidam dansatores promiscui sexus tam viri quam femine primo Aquis ad dedicationem ejusdem ecclesie Domine nostre; unde saltabant alte ante altare et recedebant super pedes suos; unde videntes eos terrebantur. Unde venerunt Trajectum receperuntque plures Trajectenses egritudinem illam. Postea venerunt Harstallium ad ecclesiam beate Marie Virginis, ubi aliqui fuerunt sanati et reliquerunt ibi tuellas suas, unde cingebantur, in signum curationis sue ad honorem Domine nostre. Circa festum exaltationis Sancte Crucis venerunt ad Sanctum Leonardum prope Leodium, inde Leodium; et quotidie multiplicabantur, unde multi terrebantur.

In festo Sancti Severini, cum dedicatio esset Sancte Crucis Leodii, quidam scolaris servitor altaris cepit in vesperis ludere cum thuribulo. Unde domini ridebant putantes eum esse ebrium. Post vesperas autem exiens ecclesiam cepit fortiter dansare et saltare. Quod videntes clerici ecclesie tulerunt eum in claustrum Sancte Crucis. Ubi veniens ad eum quidam juvenis capellanus dixit ei, quod diceret *Pater noster*. Qui noluit dicere. « Dic », inquit, « *Credo*. — Credo », ait ille, « in diabolum. » Ad hec iratus capellanus juravit, dicens : « Si haberem », inquit, « stolam et exorcismum, ego adjurarem eum. » Vix poterat teneri a pluribus; sed allato libro baptismi, ubi in principio scriptus est exorcismus, et stolam (accipiens [1]) cepit eum capellanus adjurare. Quo adjurato aliquantulo, dixit ille scolaris : « Ecce », inquiet, « recedit cum parva toga et calceis rostratis. — Dic tunc », inquit capellanus, « *Credo* et *Pater noster* »; qui utrumque perfecte dixit et sic primus fuit hoc modo curatus.

[1] Dit woord of een soortgelijk ontbreekt blijkbaar in het handschrift.

Sed cotidie multiplicabantur ubique et nudatis capitibus portabant serta quedam super capita sua, dicebantque sepius saltando : *Frilis* [1]. Et ibant ad ecclesias ante altaria et ymagines specialiter Sancte Marie et dansabant ac saltabant ibi. Obsessi erant a demonibus et, quando spiritus descendebat in crura eorum, non poterant continere a dansatione et saltu ; quando autem ascendebat in parvum ventrem, tunc torquebantur dure ; et idcirco habebant tuellas et parvos baculos, unde stringebant se circa umbilicum fortiter et trudebant vel faciebant se trudi pugnis in ventre parvo, et sic cessabat dolor eorum aliquantulum proiciebantque a longe baculos suos et habebant terribilem aspectum. In principio quando videbant aliquam personam habentem vestem rubeam, volebant eam dilaniare vel verberare, et quando videbant rostrum habentem in calceis suis, querebant scindere; ymmo quod plus est, quidam eorum existens in ecclesia majori Leodii vidit in spiritu maligno et presensit quemdam habentem calceas rostratos, antequam ascendisset gradus ejusdem ecclesie, et occurrit ei intranti ecclesiam ad scindendum rostra sua. Propter hoc fuit prohibitum Leodii in ministerio sutorum fieri calceos cum rostris.

Uno mane ante festum omnium sanctorum fuerunt multi eorum congregati apud Harstallium ibique habuerunt tale consilium inter se, quod in die omnium sanctorum venirent omnes pariter ad ecclesiam Sancti Lamberti Leodiensis et occiderent omnes canonicos, presbiteros et clericos confringerentque omnia, que invenirent; sed Deus aliter disposuit. Nam, cum quidam capellanus ymmo canonicus mense majoris ecclesie Leodiensis, qui dicebatur magister Symon Lones, post matutinas ante festum omnium sanctorum more solito intrasset capellam nostre Domine in claustro Sancti Lamberti ad salutandum beatam virginem Mariam et orandum, ecce plures dansatores intraverunt eandem capellam dansantes et saltantes fere usque super altare; quo viso, capellanus ille expavit ita, quod capilli capiti ejus inhorruerunt se levantes, quod sentirent presentiam demonis, dixitque mulieri custodienti capellam : « Habetisne aliquam stolam ? » Cui illa respondit : « Habeo. — Detis », ait, « michi ». Accipiensque stolam dixit illi, qui videbatur esse principalis inter illos dansatores : « Accedite, magister, vos luctabimini

[1] Waarschijnlijk voor *Friskes*. (Zie *Corpus* I, blz. 232.)

contra fortiorem vobis. » Hec dicens projecit stolam in collum ejus et cepit legere Evangelium Sancti Johannis : *In principio erat verbum,* etc. super caput ejus; quod ille pacifice accepit et audivit et sic cessavit a dansatione fuitque illico sanatus. Hoc sic curato, idem fecit aliis sociis suis circiter novem, qui omnes recesserunt sani et incolumes. Nuntiatum fuit hoc dominis Sancti Lamberti in ecclesia. Qui accurrentes interrogaverunt ipsum capellanum, si teneret hoc esse miraculum. Quibus ille respondit : « Vos estis meliores clerici quam ego sum; et bene videtis, quod sit; si sit miraculum, vos ipsi judicate. » Tunc domini fecerunt triplicari et pulsari campanas tota die et audientes hoc multi accurrerunt ad videndum quod ibi fieret. Postquam hoc fuit ibi divulgatum, accurrerunt illuc de diversis partibus et locis tam viri quam mulieres; alii adducebantur ab amicis, alii autem violenter trahebantur, ut sanarentur. Ille vero capellanus sanabat quotquot poterat. Videntes alii capellani et specialiter rector ejusdem capelle scilicet nostre Domine necnon et duo canonici ejusdem majoris ecclesie qualiter sanabat eos, ceperunt dicere et facere sicut ille legendo et dicendo exorcismum, qui est scriptus ante baptismum et Evangelia convenientia scilicet Sancti Johannis : *In principio erat verbum,* etc.; faciebantque egros et egras dicere : *Et verbum caro factum est et habitavit in nobis.* Alia eciam Evangelia legebant eis scilicet Ascensionis : *Recumbentibus,* etc.; ubi legitur in fine : *Mortuos suscitate, leprosos mundas demones ejicite,* et similia. Tandem habuerunt adjurationes sancti Ambrosii et Hilarii, unde utebantur ibi et in sancto Bartholomeo et in aliis locis. Plures tamen, qui non poterant sanari in sancto Bartholomeo et alibi, sanabantur in illa capella nostre Domine in claustro majoris ecclesie forte propter honorem nostre Domine vel propter reliquias ibi presentes. Et sic fuerunt sanati credo plus quam tria milia, quidam levius, quidam difficilius. Quando non poterant cito sanari, ponebatur corpus Domini super capita eorum, vel monstrabatur eis; unde per manus sacerdotum ponebaturque stola in colla ipsorum dabaturque eis aqua benedicta ad bibendum, et confitebantur ibi peccata sua sacerdotibus, et sic exibant spiritus immundi de corporibus eorum. Et aliqui eciam suffocabantur a demonibus et cadebant mortui in illa capella nostre Domine ante altare. Sacerdotes eciam eis exorcisantes dicebant : « Exi, spiritus immunde, da honorem Domino vero, da honorem Spiritui Sancto. Exi, maledicte damp-

nate! » Et hec dicentes ponebant digitos scilicet pollicem et judicem in ora ipsorum profunde usque ad guttur, nec poterant eos mordere; et in aures eorum dicebant : *Effecta,* quod est adaperire, et insufflabant in facies eorum quasi exsufflantes virtutem inimici. Pauci tamen clericorum ac divitum habuerunt illam egritudinem. Quidam capellanorum interrogavit obsessum dicens : « Quare intrastis corpora talium personarum et non divitum aut clericorum? » Demon respondit : « Clerici et presbiteri dicunt tot bona verba et tot orationes, quod non possumus intrare corpora ipsorum. Si vero fuisset expectatum per quindenam vel mensem, nos intrassemus corpora divitum et postea principum, et sic per eos destruxissemus clerum. » Hec dixit demon apud Sanctum Batholomeum in ecclesia, audientibus adhuc xl personis.

(*Cronica episcoporum Leodiensium*, gezegd *Chronicon Gemblacense*, in de Koninklijke Bibliotheek te Brussel, HS. nr 3802-3807, fol. 235 verso-236 verso.)

(Uittreksel uit dezelfde kronijk over de Geeselaars van 1400.)

Anno Domini m°cccc ressurrexerunt flagellatores specialiter Trajecti, quos rex Francie mandavit reprimi (?); veneruntque Visetum. Sed dominus de Perweis occurrit eis et fecit eos ibi poni in vinculis. Cum autem vellent intrare Tongris, repulsi sunt et clause fuerunt eis porte. Trajecti eciam fuit magna discordia propter eos, quia meliores totius opidi nolebant eos. Quedam vero ministeria scilicet fullonum et aliorum parvulorum ministeriorum volebant eos. Unde proclamaverunt magistros ipsorum extra oppidum ipsorum et multos bonos cives eis adherentes et fecerunt alios magistros. Et cum dominus Leodiensis vellet intrare Trajectum, clauserunt ei portas. Unde multi eorum postea fuerunt vocati ad annulum palacii.

(*Cronica episcoporum Leodiensium*, gezegd *Chronicon Gemblacense*, in de Koninklijke Bibliotheek te Brussel, HS. nr 3802-3807, fol. 247 en verso.)

LE

MONUMENT CHRÉTIEN

DE SI-NGAN-FOU

SON TEXTE ET SA SIGNIFICATION

PAR

T.-J. LAMY et A. GUELUY

Présenté à la Classe des lettres dans la séance du 7 décembre 1896.

LE

MONUMENT CHRÉTIEN

DE SI-NGAN-FOU

SON TEXTE ET SA SIGNIFICATION

PARTIE CHINOISE

PAR

A. GUELUY.

L'inscription de Si-ngan-fou, achevée au VIII^e^ siècle et découverte au XVII^e^, est unique en son genre. Écrite en deux langues, — en chinois et en syriaque, — elle constitue un monument de première importance pour l'étude des origines du christianisme en Chine et de l'histoire religieuse de l'Extrême-Orient aux premiers siècles de notre ère.

Depuis deux siècles et demi on a beaucoup écrit, en tout pays et en toute langue, comme aussi en sens divers, au sujet de cette fameuse inscription. Toutes les difficultés qu'on a soulevées contre l'authenticité de ce monument reposent sur des inexactitudes de reproduction ou de traduction, ou bien ne sont que des conclusions hâtives qu'on a voulu en tirer. La suite de ce travail les discutera et les fera disparaître. Aujourd'hui la question générale d'authenticité est résolue par un argument qui à lui seul pourrait suffire. La Bibliothèque nationale de Paris possède la « Grande collection d'inscriptions sur métal et sur pierre » de Wang-tchang, qui en donne le texte chinois et y consacre la plus grande partie du chapitre CII; c'est le témoignage de la Chine intéressée.

Un sinologue de marque, J. Legge, professeur à l'Université d'Oxford, écrivait en 1888 (*Christianity in China*) : « Pour autant que je sache, un

savant chinois qui soutienne que le monument est apocryphe, est encore à naître. »

Et plus loin, le même auteur cite le témoignage de Gibbon (*Histoire*, chap. XLVII) : « L'existence du christianisme en Chine entre le VII^e^ et le XIII^e^ siècle est prouvée invinciblement par le consentement des Chinois, des Arabes, des Syriens et des Latins. »

Le monument a été étudié sous bien des aspects différents. Mais, malgré tout ce qu'on en a dit, « il reste encore une foule de choses à dire ». (LEGGE, Préface.)

Les orientalistes sont unanimes à appeler de leurs vœux une étude comparative qui aurait pour base la langue chinoise. Les sinologues signalent tous la grande difficulté de bien comprendre ce style particulier de la célèbre dynastie des T'ang.

Voici un appel jeté naguère par un missionnaire, héritier du zèle des savants religieux qui ont livré autrefois, à l'Europe étonnée, le célèbre monument.

Nous lisons dans les *Variétés sinologiques*, n° 3 (Chang-hai, 1893), sous la signature du P. Gaillard : « C'est un problème de diplomatique, doublé d'un problème historique, l'un et l'autre également obscurs, pour la solution desquels on souhaiterait des travaux de spécialistes compétents. »

Nous n'aurons pas la fatuité de nous ranger au nombre des « spécialistes compétents ».

Il nous sera néanmoins permis de faire remarquer par quelles circonstances notre attention a été fixée, depuis de longues années, sur un problème qui est loin d'avoir reçu une solution complète.

Nous avons vécu, comme missionnaire, dans la province chinoise du Kan-sou, limitrophe et autrefois dépendante du Chen-si, dont, on le sait, Si-ngan-fou est encore aujourd'hui la capitale. Le Kan-sou fut le berceau de la race des Ts'in, jadis maîtresse de l'Empire du Milieu (au III^e^ siècle avant notre ère); l'inscription de Si-ngan-fou nous met en rapport de religion avec cette race, dont le nom sert depuis des siècles à désigner un immense pays : la Chine, le *Tsin* des documents syro-chaldéens, le *Sin* des auteurs arabes.

La province du Kan-sou confine à l'ouest au pays des Tangouths, où

le christianisme fut introduit de bonne heure. Elle renferme, au nord, des descendants de l'antique race des Oïgours, autrefois chrétiens en partie et que nous appellerions volontiers les premiers représentants du christianisme dans tout le nord de l'Asie.

Nous avons toujours éprouvé le plus vif regret de ce que, là où les documents historiques font le plus souvent défaut, on n'ait pas remarqué plus attentivement les renseignements géographiques. L'inscription indique, d'après d'anciens auteurs chinois, les limites du fameux pays des Ta-Ts'in, au III[e] siècle de notre ère. « Ce pays est borné à l'est par les *Eaux faibles* (Jo-Chouei). » Ce nom a échappé à tous ceux qui, à notre connaissance, se sont occupés de l'inscription. C'est celui d'un cours d'eau, mentionné déjà dans le *Chou-King*, le plus ancien livre de la Chine, et consigné sur les cartes qui accompagnent les éditions modernes de cet ouvrage. Nous avons passé bien des fois cette rivière du Kan-sou, ainsi appelée parce que son courant est presque nul et que ses eaux vont se perdre dans le sable.

Notre séjour de cinq ans dans cette province et les renseignements que nous y avons recueillis nous ont pleinement convaincu que, si l'histoire suivie des Ts'in est à faire, il est dès maintenant hors de doute que cette race appartient, historiquement, autant à l'Orient qu'à l'Occident, et que conséquemment on a tort de ne voir dans l'inscription qu'une trace isolée d'une influence absolument passagère. Nous avons passé et repassé à Ning-hia, le Cho-fang du texte chinois [1], ville où le moine I-seu remplissait la charge de gouverneur lors de l'érection du monument.

Les textes chinois de l'inscription, donnés par les différents auteurs qui en ont traité, laissaient parfois à désirer, soit par manque d'intégralité, soit par incertitude d'identité.

Deux de nos missionnaires, A. Bermyn, de la Mongolie occidentale, et Fr. Hoogers, du Kan-sou, à la suite d'un voyage fait par chacun d'eux, à trois années d'intervalle (1890 et 1893), nous firent parvenir, chacun de son côté, des détails intéressants sur l'état dans lequel ils ont trouvé la fameuse pierre au lieu même où elle fut érigée primitivement. Et nous-même, nous tenons une photographie venue de Pé-King, qui nous montre

[1] Nom mandarinal de Ning-hia-fou. — Voir Timkowski, *Voyage à Péking*.

le monument tel qu'il existe actuellement. Elle nous fournit le double texte, syriaque et chinois, intégral et authentique, et coupe court à une foule de discussions sur les copies, incomplètes ou altérées, mises en avant par différents auteurs de l'Occident.

Ayant à notre disposition divers documents récemment mis au jour, il nous est permis de donner, pour la première fois, un texte exact de cette longue et célèbre inscription, et de corriger en des points très importants les travaux de nos devanciers.

Missionnaire belge, nous offrons notre modeste travail à l'Académie royale de Belgique, qui compte parmi ses membres un savant sinologue. Nous croyons qu'il ne lui sera pas désagréable d'insérer dans ses savants *Mémoires* un document offrant un intérêt tout spécial pour les antiquités orientales et pour l'histoire religieuse de la Chine.

Un membre de l'Académie, M^gr^ Lamy, très versé dans la littérature syriaque, qu'il a illustrée par de nombreux travaux et d'intéressantes publications, a bien voulu nous prêter son concours et rédiger ce qui concerne la partie syriaque du monument.

L'examen du texte chinois offre des difficultés de plus d'une sorte; il a fait l'objet principal de notre attention. Notre traduction est le fruit de nos recherches personnelles, après comparaison faite des traductions existantes. Nous ajouterons des notes justificatives, aux passages trop nombreux à notre gré, où nous avons cru devoir modifier la traduction de J. Legge, la meilleure qui ait été donnée jusqu'à ce jour.

Nous nous en tiendrons, pour le surplus, à la question générale de diplomatique, dans le but de concentrer l'attention des lecteurs sur les données que nous croyons pouvoir considérer comme définitivement acquises à la science, ou capables du moins de servir, soit de base à de nouvelles conclusions, soit de points de mire à de nouvelles recherches.

Nous donnerons d'abord l'historique du monument : la découverte, les textes connus, les traductions faites jusqu'ici, l'état actuel du monument.

Suivront l'examen des différentes parties du monument, signes, caractères, etc., le texte chinois et sa traduction, avec quelques éclaircissements; puis viendra le texte syriaque.

PREMIÈRE PARTIE.

HISTORIQUE.

La découverte.

En Europe, on rapporte généralement la découverte de l'inscription à l'an 1625. Mais le P. Emmanuel Diaz, dans son livre intitulé : *T'ang King Kiao pei soung*, livre écrit en Chine en 1637 et publié en 1647, dit clairement : « La pierre fut découverte la troisième année du règne de T'ien-Ki des Ming », c'est-à-dire en 1623. Nous aurons à revenir sur cette différence de dates pour en rechercher l'explication.

Un mandarin de Tchang-ngan (ou Si-ngan), ville importante du Chen-si et ancienne capitale de la Chine, faisait creuser le sol dans le faubourg. Les ouvriers, ayant renversé un vieux mur, trouvèrent en dessous une énorme pierre. Ils la mesurèrent; elle avait la forme d'un parallélogramme arrondi par le haut; la longueur était de 10 palmes environ (le P. Lecomte dit 10 pieds; Kircher, 9 1/2 palmes); la largeur, de 5 palmes; l'épaisseur, de 1 palme. La partie supérieure portait une croix, gravée dans la pierre, de forme rappelant la croix des chevaliers de Malte, et dont les extrémités s'épanouissaient en forme de lys, particularité qu'on dit se retrouver à Méliapour, sur la croix qui orne le tombeau de saint Thomas [1]. Ajoutons que la photographie de Pé-King montre la croix, reposant sur un nuage, que le Père Michel Boim mentionne également [2]. Sous la croix se trouve gravé le titre de l'inscription. Ce titre, en grands caractères chinois, porte : « Monument de pierre relatant la propagation dans l'Empire du Milieu de la religion King de Ta-ts'in. » En dessous, un texte chinois de 1787 caractères [3] occupe le milieu de la pierre, laissant deux marges égales à droite et

[1] KIRCHER, *China illustrata*, p. 5.

[2] IDEM, *ibidem*, p. 8.

[3] Dont 1696, en vingt-huit lignes, pour le texte suivi, et 91 pour le sous-titre, la date et les signatures.

à gauche, et un espace libre en bas. Ces vides sont remplis en partie par des caractères étrangers, qui intriguèrent fort les Chinois lors de la découverte et que personne en Chine ne comprenait.

La trouvaille excita bientôt une grande curiosité; les lettrés affluèrent par milliers. Le gouverneur de la province du Chen-si, fier de posséder cet antique monument dans la ville où il avait sa résidence, fit placer la pierre dans une bonzerie [1]. Cette bonzerie s'appelait Kin-tch'eng-cheu [2]. On encadra la pierre d'un bois parfaitement travaillé, et le tout fut placé sous un toit, pour le défendre contre les intempéries, mais dans un hangar ouvert, afin de permettre à tous les curieux de visiter l'inscription et d'en prendre copie.

Les textes connus.

Au dire du P. Kircher [3], un mandarin du nom de Léon, déjà imbu de la foi chrétienne, fut le premier de tous à en prendre copie pour la faire connaître à tout l'Empire.

Plusieurs Pères jésuites firent le voyage de Si-ngan-fou pour voir le monument. Le premier fut le P. Alvarez Semedo (1628), qui rendit compte de sa visite dans son *Histoire de choses chinoises* [4]. « Les caractères, dit-il, sont clairs et nettement sculptés. Outre les caractères chinois, il y en avait qui m'étaient inconnus, n'étant ni hébraïques ni grecs. Passant ensuite par Cranganor, j'appris du P. Ant. Fernandez que c'étaient des lettres syriaques. » Ces dernières ne parvinrent d'abord que par fragments spécimens entre les mains du P. Kircher, qui les interpréta le premier dans son *Prodromus Coptus*. Plus tard, le même Père, mis en possession d'un exemplaire complet, donna une interprétation plus soignée des deux textes — chinois et chaldéen — dans sa *China illustrata* [5]. Il s'aida, pour cette besogne, des renseignements oraux du P. Martin Martini. Ce dernier

[1] KIRCHER, *loc. cit.*, p. 5.
[2] EMM. DIAZ, *T'ang King Kiao pei soung*.
[3] *Op. cit.*, p. 6.
[4] En italien. — Voir KIRCHER, p. 158.
[5] 1667, p. 6.

lui apprit, en particulier, que le gouverneur de Si-ngan-fou avait fait fabriquer et sculpter un monument identique au premier. C'est sur ce fac-simile que fut prise la copie primitive conservée au Collège romain. Cet exemplaire fut envoyé de Chine avec l'interprétation [1]. Il parait que l'exemplaire et l'interprétation ne furent pas jugés exacts : le P. Michel Boim corrigea les défauts de la copie sur le manuscrit chinois qu'il remit au P. Kircher avec une interprétation nouvelle, minutieuse et littérale, faite par les soins du Chinois André T'oung-sin sous les yeux du P. Kircher. Malheureusement, le Chinois André était un peu jeune lorsqu'il vint à Rome [2]. Le P. Kircher, il est vrai, le déclare très expert dans la langue chinoise. Mais la copie de ce Chinois, proclamée vraie et exacte, n'en demande pas moins d'être examinée de plus près. Elle n'est pas faite en caractères que les Chinois appellent exacts, dont tous les traits sont parfaitement formés, mais en écriture mi-cursive, présentant des caractères abrégés, écourtés ou tronqués, des traits mal formés ou omis. On y trouve même cinq caractères fautifs; un autre, omis d'abord, a été intercalé après coup; et deux autres, évidemment nécessaires au sens, sont restés dans le pinceau, quoique l'un d'eux se trouve transcrit plus loin dans Kircher en lettres romaines. Le P. Kircher ne nous semble pas avoir été en état de corriger personnellement ces fautes. En effet, en expliquant son système de transcription, il imprime jusqu'à trois fois le caractère 王 *wang* (roi), en lui donnant toujours pour prononciation *sem* (*cheng* = vie); le caractère 生 *cheng* est clairement écrit dans le texte [3]; ce n'est pas le caractère *wang*, quoiqu'il y ressemble.

Le P. Boim remarque [4] qu'un second exemplaire se trouve à la maison professe des Jésuites à Rome. Cet exemplaire serait la copie de l'original chinois conservé au Musée du Collège romain.

Le même P. Boim apporta à Rome un livre, imprimé en chinois au moment de la découverte, par des lettrés indigènes et des magistrats de grande autorité. L'inscription, ajoute-t-il, y est reproduite, d'après la vérité

[1] KIRCHER, *loc. cit.*, p. 7.
[2] *Idem*, p. 10.
[3] *Idem*, p. 11.
[4] *Idem*, p. 8.

de l'archétype, avec beaucoup d'exactitude [1]. Le P. Boim signe sa lettre de Rome, 4 novembre 1653.

La comparaison de cette lettre du P. Boim avec le *T'ang king kiao pei soung* d'Emm. Diaz (1637-1640) nous porte à croire que la lettre fait allusion à l'ouvrage en question. Celui-ci renferme, en appendice, une planche représentant des croix trouvées ailleurs, dans la province du Fo-kien en 1630 et dans celle de Kiang-si en 1635. Bien plus, il remarque que le respectable Père Matthieu Ricci, dès son entrée en Chine, y trouva le nom de la Doctrine de la Croix, Cheu-tzeu kiao. Et Kircher, dans son ouvrage, signale les deux mêmes particularités [2].

La préface du livre d'Emm. Diaz porte : « La forme antique des caractères étrangers [3] du monument prouve qu'il avait été élevé avant les dernières dynasties. On le plaça hors ville, dans le temple de Kin-tch'eng (de la *ville d'or,* et non de la victoire d'or, comme le prétend Pauthier [4]). L'illustre Tchang-keng, de Ki-iang (ville du Chen-si), en fit un décalque sur papier, qui fut ajouté au bel ouvrage de Li-ngo-tsuenn (ou Li-ma-teou, nom chinois de Matthieu Ricci), auquel il collabora. Siu-kouang-k'i, non moins épris du fond religieux que de la forme littéraire, fit graver de nouveau la pierre de Kin (des prédicateurs du *Kin*-fang et conservée au *Kin*-tch'eng cheu), pour la transmettre à la postérité. Comme il en existe déjà trois copies, clairement imprimées et soigneusement contrôlées, il est parfaitement inutile d'en ajouter une nouvelle. Seulement, étant donné que le sens de l'inscription est profond et que la doctrine exposée est fort ancienne, les gens peu intelligents ne peuvent qu'y jeter des regards ébahis, et, pour justifier leurs doutes, se rejetteront peut-être sur les vers concis qui terminent l'inscription. J'ai donc résolu d'en donner un aperçu et un résumé. »

(Signé) Iang ma-no (Emm. Diaz), année Sin-seu (1637) de l'Empereur Tch'oung-tcheng, de la dynastie des Ming.

[1] Voir KIRCHER, p. 8.

[2] *Idem*, p. 9.

[3] Il s'agit donc des caractères syriaques, et non pas des caractères chinois, comme le P. Huc l'a cru par erreur.

[4] Le P. Boim remarque que ce temple de bonzes ou Tao-seu était situé à 1 mille des remparts de la ville. — Voir le nom du pays *Kin*-fang dans le texte de l'inscription.

Dans le livre d'Emm. Díaz, le texte de l'inscription ne renferme que cinq caractères qui ne soient pas en concordance parfaite avec la copie du P. Kircher ; et encore, deux seulement de ces caractères peuvent modifier le sens des phrases auxquelles ils appartiennent. Il n'en est pas moins regrettable que nous n'ayons plus l'ouvrage du P. Matthieu Ricci dont il a été parlé plus haut : le nom de l'illustre Tchang-keng eût donné de l'autorité à un décalque remplacé depuis par des copies qui n'ont pas gardé jusqu'à nous toute leur exactitude.

Indiquons, pour mémoire, que la copie donnée par Pauthier, dans son ouvrage : *L'inscription de Si-ngan-fou,* est un « texte revu scrupuleusement sur le fac-simile de la Bibliothèque impériale de Paris, et sur l'édition de Wang-tchang dans son grand *Recueil d'inscriptions chinoises* qui se trouve à la Bibliothèque impériale. » Pauthier ne nous fait pas connaître l'origine de ce fac-simile. Mais Assémani [1] dit : « Il existe à la Bibliothèque du Vatican un exemplaire de l'Inscription dont les marges ne portent pas les soixante-dix noms en syriaque ». Pauthier atteste, lui aussi, que les mêmes noms manquent dans son exemplaire et qu'il les a pris dans Kircher. Assémani fait connaître l'origine de la copie du Vatican : « Elle fut envoyée au pape Innocent XI par le Père Couplet, missionnaire de Chine [2]. »

Parmi les textes modernes, citons encore celui de Dabry de Thiersant. Il est d'origine inconnue, mais il offre cette particularité notable : l'absence du nom du rédacteur, placé dans les autres copies à la fin de l'inscription, dans le cadre, après l'éloge en vers, en guise de signature : « Le conseiller de la Couronne, député Gouverneur de T'ai tcheou (au Tche-kiang), avec le titre de général de divison, Gouverneur, Liu-siou-ien, rédacteur. »

J. Legge [3] a travaillé sur deux fac-simile, dont un seul porte les noms syriaques. Il trouve toutes les copies plus ou moins incorrectes, même celle de Wang-tchang. Il juge à propos de donner, avec sa traduction, un texte plus correct que ceux qui ont été imprimés auparavant. Mais il ajoute : « Si l'impression du texte n'a pas été donnée telle que je la désirerais, et si

[1] *Bibl. or.*, t. III, part. 2, p. 538.
[2] Le P. Couplet était Malinois.
[3] *Christianity in China.* Londres, 1888.

elle renferme des inexactitudes, celles-ci doivent être attribuées à moi-même, comme n'ayant pas pu surveiller suffisamment les compositeurs. »

Nous avons un texte plus autorisé dans la photographie reçue de Pé-king. Cette photographie apporte avec elle ses lettres de créance et nous fournit des renseignements absolument inédits. En effet, voici ce qu'on lit, écrit en grands caractères, sur la marge de droite : « Sous l'Empereur Hien-foung, l'an I-wei (56e du cycle sexagénaire, ou 1859), Kan-t'ai-houa, de la suprême Cour martiale, vint contrôler la présente inscription, 1079 ans après son érection. Il constata avec bonheur que les caractères étaient parfaitement conservés. Il fit construire un nouveau pavillon, sous lequel il plaça la pierre. L'ami qu'on lui avait associé pour cette vérification, le grand Pi-fang-pe du Tche-kiang, fut malheureusement empêché d'achever le voyage avec celui qui regrette le contre-temps arrivé à son ami. »

Notre photographie, quoique très réduite, présente un texte chinois parfaitement clair dans une espèce d'encadrement; mais les marges nous montrent une pierre usée sur le contour, principalement du côté droit. Les lettres syriaques estrangelo sont assez bien conservées; mais les noms chinois qui les accompagnent sont en partie effacés; quelques-uns même sont devenus illisibles. La chose s'explique d'ailleurs : ces noms ont été ajoutés après coup, car ils se trouvent tantôt sous les noms syriens, tantôt à part, selon l'espace libre, plusieurs même complètement en dehors. Ils auront été gravés moins profondément. Ils manquent sur la copie de Paris, car Pauthier a pris les siens sur la liste du P. Kircher [1]. La photographie en donne soixante-trois de lisibles, en tout ou en partie.

Heureusement, nous pouvons suppléer plusieurs noms effacés, grâce à un travail qui vient de nous parvenir. (Voir *La stèle chrétienne de Si-ngan-fou*, par le P. H. Havret, S. J., dans les *Variétés sinologiques*, n° 7, Chang-hai, 1895.) Ce travail renferme une petite phototypie et un fac-simile détaillé de l'inscription; la première provient d'une photographie japonaise

[1] Pauthier, ouvrage cité, pp. xvi et 41, note. — L'auteur reproduit soixante et un noms numérotés; il termine sa liste par vingt-quatre autres noms, à propos desquels il cherche à mettre Kircher en contradiction avec Assémani. Or la *China illustrata* donne en tout soixante-cinq noms!

faite à Tokio, le second d'un frottis-calque pris à Si-ngan-fou par le P. franciscain Gabriel Maurice.

Notre photographie est la seule complète que nous connaissions jusqu'à ce jour; les noms n'apparaissent pas sur celle du P. Havret, et l'auteur en donne la raison : les listes de noms sont gravées *sur les deux tranches*, c'est-à-dire sur les côtés que présente l'épaisseur de la stèle. Une partie seulement de la tranche de gauche (à la droite du spectateur regardant la stèle de face) est reproduite en fac-simile et en réduction, dans le but de rendre la superscription de Han-t'ai-hoa. La parfaite conformité de la partie correspondante dans notre photographie est une garantie d'exactitude pour le reste.

Notre texte reçoit aussi une précieuse confirmation : il est identique à celui de la photographie et du calque donné par le P. Havret; il renferme les mêmes formes archaïques corrigées par le P. Hoang [1] au bas des pages du fac-simile de Chang-hai. Le talent connu du P. Hoang étant ici en complet accord avec le lettré inconnu qui a, dans le livre de Diaz, donné la forme moderne à tous les caractères sans changer en rien l'aspect du texte et de l'écriture, nous pouvons considérer comme définitivement fixé, quant au sens à en tirer, un texte qui a fait jusqu'ici l'objet de tant de discussions. Au point de vue de l'histoire des copies, nous trouvons la solution d'une difficulté proposée par Legge. « Dans le titre, le caractère *King* (lumineuse) a une forme inusitée, autre que dans le texte. Cette différence me surprend et m'intrigue. » Nous ne trouvons pas cette différence sur notre photographie. Dans le P. Havret, le caractère *King*, — qui revient jusqu'à quatorze fois dans le texte, — est toujours le même caractère archaïque du titre; si ce dernier n'a pas été corrigé chez Legge, c'est peut-être une preuve que le titre et la table de l'inscription proviennent de deux sources différentes.

La comparaison des listes de noms en syriaque et en chinois nous prouve que les sept listes renfermaient respectivement le même nombre de noms, que ces noms devaient s'appliquer aux mêmes personnes et que le nombre total de ces personnes devait être de soixante-dix.

[1] Le P. Hoang, que nous connaissons personnellement, est Chinois de naissance et d'éducation. Profondément versé dans sa langue maternelle, il a publié en chinois huit ouvrages différents, représentant 24 volumes et 1998 folios, sans compter 4 volumes en latin (254 pages).

Les traductions faites jusqu'ici.

Disons un mot des traductions.

Le P. Kircher fit une traduction latine dans son *Prodromus Coptus* (Romæ, 1636).

Des renseignements ultérieurs engagèrent le P. Kircher à reviser son texte et à ajouter à sa traduction modifiée une paraphrase latine dans sa *China illustrata* (1667). Ce n'est que la traduction du P. Boim, missionnaire; elle se ressent de la préoccupation des missionnaires de Chine, de faire un exposé aussi complet que possible de la doctrine chrétienne, préoccupation qui avait dicté le livre du P. Emm. Diaz : *T'ang king kiao pei soung tcheng ts'iuen* (1640). Les idées de ce dernier ouvrage se retrouvent dans le P. Kircher, sauf une seule, que le traducteur n'aura pas comprise et dont la reproduction eût rendu impossible toute contestation au sujet du sens à donner à la fameuse expression, qu'on interprète généralement dans le sens nestorien : *Fenn chenn Messia,* dit Diaz, signifie « le Messie, autre lui-même du Père », et désigne Notre-Seigneur incarné.

Le P. Semedo fit une traduction portugaise (1642), qui fut mise en italien (1643) et publiée en français dans son livre intitulé : *Histoire universelle de la Chine* (Paris, 1667). « Le P. Semedo, dit Dabry, fit son ouvrage sur une copie trouvée dans un monastère et envoyée au Collège des Jésuites à Rome. » C'est Kircher en français, passant comme lui par le portugais et l'italien.

Le P. Visdelou fit une traduction française, accompagnée d'une paraphrase; toutes deux furent publiées, après la mort de l'auteur, sur un manuscrit (que Pauthier dit très imparfait), dans le *Supplément à la Bibliothèque orientale de d'Herbelot* (La Haye, 1779). Reproduites par divers.

Bridgman fit une traduction anglaise, publiée dans le *Chinese Repository* (vol. XIV), accompagnée du texte chinois et de la traduction latine du P. Boim, avec la version française de Dalquié (*Chinese Repository,* mai 1845).

Une traduction du prétendu russe Leontiewski (Klaproth) fut mise en français par C. Marchal de Lunéville (Paris, 1853).

Wylie fit une nouvelle traduction anglaise, publiée avec notes dans le *Journal de la Société orientale américaine* (vol. V, pp. 277 sqq., 1856). Pauthier déclare cette traduction bien supérieure à toutes celles qui l'ont précédée, ce qui ne l'empêche pas de se mettre quelquefois en désaccord avec elle.

Le P. Huc fit (1857), sur la copie de Paris, une traduction française (dans *Le christianisme en Chine,* t. I) que Pauthier déclare être celle du P. Visdelou, dont Huc d'ailleurs reconnaît s'être aidé. Et tous deux empruntent aux anciens missionnaires (voir Diaz) le nom du monastère où l'inscription fut déposée, Huc en transcrivant mal (*cheng,* pour *tch'eng*), et Pauthier en traduisant mal (par *victoire d'or*) le mot mal transcrit.

Pauthier fit lui-même une traduction française (1858), avec texte chinois emprunté, transcription parfois défectueuse, nouvelle traduction latine modifiant peu heureusement celle de Kircher, notes philologiques et historiques, traduction des commentaires chinois dont le traducteur lui-même trouve l'interprétation difficile. Le caractère religieux du monument lui paraît un peu vague; nous éprouvons la même impression après avoir lu sa traduction. Il trouve quatre sectes mentionnées dans l'inscription, dont l'une professe le culte de l'Esprit du Mal; il rapproche tout cela de « la Foi, l'Espérance et la Charité, les trois vertus *cardinales* du catéchisme » (!). En bon juge littéraire, il veut nous convaincre que le style de l'inscription est monumental « dans ce modèle de composition, malgré l'absence presque totale des particules, qui donnent de l'élégance et de la clarté au discours [1] ». On voudrait ajouter, comme lui et après lui, que l'imperfection des traductions faites jusqu'ici inspirerait des doutes sérieux sur l'authenticité de l'inscription, avant d'avoir étudié cette dernière à fond sur le texte original.

Dabry de Thiersant, dans son *Monument catholique de Si-ngan-fou* (1878), n'a pas modifié notablement les traductions précédentes. Ses considérations historiques tendent à prouver que l'élément catholique *a pu* n'être pas étranger à la formation des premières communautés chrétiennes en Chine.

Williamson, qui avait visité le monument en compagnie de Lees (1866),

[1] Voir sa note finale, XV.

en donna une traduction, mise en français par Léon Rousset (1886). L'auteur y voit un monument... protestant! Son compagnon prit en dessin les enjolivements qui entourent le titre : ce sont deux dragons qui, dans la photographie de Yule (*Travels of Marco Polo*, 2e éd.), ressemblent à des draperies. (Voir *Variétés sinologiques*, n° 3, P. Gaillard, Chang-hai, 1893.)

James Legge, professeur à l'Université d'Oxford, publia en 1888 une traduction, sous le titre de *Christianity in China*. Son texte, en caractères mobiles, est composé d'après la photographie de Yule. Le Rd Duncan Moir, (lettre au *Daily News*, avril 1893) a indiqué quelques idéogrammes à y corriger. Cette traduction fait époque : empreinte d'une grande indépendance de jugement, elle entre dans l'esprit chrétien de l'auteur. Si la pensée de celui-ci est parfois mitigée par le traducteur, c'est que ce dernier est préoccupé d'en rendre l'expression plus saisissable. On regrette l'absence presque complète du syriaque et le dessin fantaisiste du titre, planche phototypique reproduisant au lavis deux dessins de Williamson.

Citons pour mémoire : une traduction de Wels Williams (c'est celle de Bridgman), une autre du prêtre russe Tsvetkoff (*Monument nestorien*), et une troisième de John Kesson. Il n'est pas hors de propos d'ajouter ici une appréciation générale sur les traductions parues avant 1885. Nous l'empruntons au *Zeitschrift für katholische Theologie* (Innsbrück, 1885), en tête d'une traduction du P. Heller.

Nous donnons, dit le P. Jésuite, cette traduction d'après Wylie, excepté aux endroits où nous avons des raisons de nous en écarter. La remarque que Bridgman ajoute à sa traduction, Wylie pourrait se l'approprier par rapport à la sienne.

« En de nombreux endroits, nous ne sommes satisfait ni de la traduction des autres dont nous nous éloignons, ni de la nôtre. Supposé que cent savants sinologues s'occupent du monument, chacun énoncerait probablement une autre manière de voir sur le sens et la signification de beaucoup de passages. » — De fait, la plupart des traducteurs ont demandé conseil à des savants chinois pour les cas douteux; ce qui n'empêche pas les différences que nous voyons. C'est qu'il se trouve des expressions sur lesquelles des savants chinois ne savent pas donner une interprétation certaine, parce

qu'elles sont hors d'usage depuis longtemps, ou parce qu'elles ont changé de signification, ou qu'elles renferment des allusions à d'anciennes conjonctures inconnues. Mais ces différentes manières de comprendre certaines phrases particulières n'ont pas d'influence sur le sens général de l'inscription chinoise.

L'état actuel du monument.

Voici le rapport qu'un de nos missionnaires, M. Bermyn, nous fit parvenir en 1890 :

« Avant de quitter Si-ngan-fou, j'allai visiter le fameux monument que l'on a déterré à une demi-lieue de la ville.

» La pierre, dressée verticalement, est haute de $3^{m},20$ et large de $1^{m},60$. Elle est érigée dans l'enclos d'une pagode, enclos dont les murailles ruinées ont environ une demi-lieue de pourtour. Les bonzes qui habitent la pagode ne nous permirent pas de visiter celle-ci, mais nous laissèrent toute liberté d'examiner la pierre.

» Au bas du monument se voit une inscription syriaque; plus haut, une longue inscription chinoise; et, dominant le tout, le signe glorieux de notre rédemption, creusé bien nettement. Malgré ses onze cents ans d'existence, le monument est très bien conservé. Il est vrai que, dans ces derniers temps, deux savants anglais ont fait nettoyer les caractères et solidement ajuster par des crampons de fer une partie de la pierre qui s'était détachée.

» Le monument, longtemps enseveli sous des décombres, a été déterré précisément à l'endroit où il se trouve maintenant : là s'élevait autrefois un monastère; l'inscription dit clairement qu'il y avait aussi une église dans la ville, à l'endroit même où il en existe une aujourd'hui.

» Non loin de la pierre se trouvent de gigantesques fonts baptismaux, également en pierre et recouverts d'inscriptions. Le prêtre chinois qui m'accompagnait m'assura que, dans les montagnes, à quelques lieues de la ville, on voyait une cuve en pierre, toute semblable.

» Entre le monument et les fonts baptismaux sont éparses de grandes pierres taillées, qui paraissent fort anciennes et sont probablement les débris du monastère détruit. Les bonzes savent parfaitement à quoi s'en

tenir. Aussi, par crainte de nous voir entreprendre des fouilles et démontrer notre droit de propriété, font-ils leur possible pour nous tenir à l'écart.

» Avant la révolte des mahométans, il y avait là une affreuse pagode où se prélassaient trois cents idoles de taille d'homme; elle a été entièrement détruite.

» Un autre objet intéressant, érigé dans cet enclos, c'est un arc de triomphe en pierre de taille, couvert de haut en bas de sculptures en relief. Plusieurs sujets sont tels qu'on les prendrait pour des scènes de la vie de Notre-Seigneur.

» Mais ce que cet arc de triomphe offre de plus intéressant, c'est un coffre en pierre, juché tout au sommet. Avant la venue des mahométans, ce coffre était hermétiquement fermé par une large dalle, que personne n'osait soulever, dans la persuasion où l'on était que ce coffre renfermait des choses mystérieuses. Vers 1860, un mandarin voulut tenter l'aventure; mais, au même instant, le tonnerre se mit à gronder avec une telle violence que le mandarin s'enfuit épouvanté. Vint la révolte des mahométans. Ceux-ci brisèrent le couvercle, croyant mettre la main sur un trésor. Ils ne trouvèrent, dit-on, que des livres. Qu'étaient ces livres? Des chroniques datant de plus de mille ans, peut-être; ou encore, nos livres saints traduits en chinois; qui le saura jamais? Probablement tout a été lacéré ou brûlé. Quelle fortune cependant si, même à prix d'or, on pouvait en retrouver quelques restes! »

En 1893, un autre de nos missionnaires, M. Hoogers, nous envoya la relation suivante :

« Non loin de Si-ngan-fou se trouve un vaste enclos, à l'intérieur duquel on remarque les débris d'une ancienne construction, que l'on dit avoir été une église. On y trouve encore : 1° une grosse cloche (1^{m},50 de circonférence); 2° une belle et large cuve en pierre blanche (1 mètre de circonférence et 1 mètre de hauteur), un baptistère peut-être; 3° une grande et haute pierre, semblable à nos pierres tumulaires, sur le front de laquelle est gravée une croix (il donne le dessin de la croix, exactement conforme à notre photographie [1]), et, au-dessous, tout un tableau de caractères chi-

[1] Voir ci-après (p. 20).

nois. On dit que dans ce grand enclos il y avait autrefois un monastère. Les moines, ayant été chassés de l'endroit, furent remplacés par des bonzes, dont le nombre s'éleva à plus de mille. Il y a une trentaine d'années, les musulmans révoltés ont détruit la pagode et massacré les bonzes. Actuellement il se trouve, dans le même enclos, une petite métairie et une pagode habitée par deux ou trois bonzes à tête rasée, que j'ai vus. »

Ces renseignements de nos missionnaires belges confirment ceux qui nous sont venus d'ailleurs.

L. Rousset écrit : « Le temple fut ruiné par les rebelles musulmans; la tablette est restée, protégée par une maçonnerie. » Cette maçonnerie devait être tombée une fois en ruines depuis la visite de Williamson et Lees en 1866, car les voyageurs anglais avaient encore trouvé la pierre « dans un enfoncement en briques, les caractères syriaques restant invisibles, et encastrés dans la maçonnerie », ce qui n'est plus le cas pour la photographie. D'après le Père Gabriel Maurice, missionnaire du Chen-si, « la pierre est debout, en plein champ, en plein soleil; mais elle est en bon état de conservation. Elle est dans une sorte de baraque supportée par quatre pieux et couverte de tuiles, dont la plupart sont maintenant enlevées. » « C'est, dit le Père Hugh Scallan, provicaire apostolique du Chen-si, un pauvre toit à deux versants, supporté par quatre colonnes. » Le même Père ajoute : « Pendant la rébellion musulmane, la pierre fut renversée et le sommet séparé du corps. Entre les deux pierres, il y avait un trou, dans lequel se trouvaient, dit-on, des documents. »

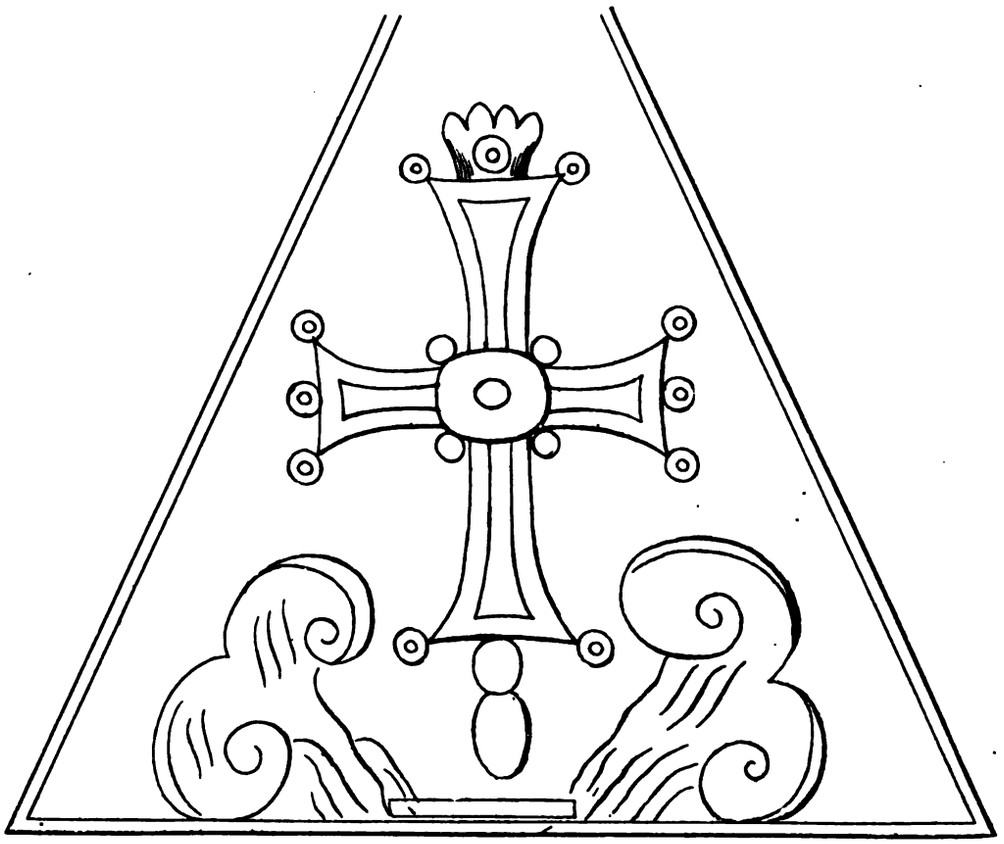
En avril 1893, le R^d^ Duncan Moir trouva « quelques caractères martelés par malveillance ».

La Société asiatique de Chang-hai a fait chose utile en demandant au Gouvernement chinois d'édicter des mesures de protection en faveur du monument; mais il ne paraît pas jusqu'ici qu'il en ait été tenu compte. Il n'est que temps de reproduire le monument, d'après une photographie exacte. « C'est grand dommage, dit le P. Gaillard, que Williamson en ait gâté le titre dans son ouvrage, en y ajoutant les enjolivements fournis par les dessins de Lees. » J. Legge est du même avis.

Nous aurions besoin de détails plus circonstanciés pour juger en connaissance de cause de l'identité du monument. Relevons-en quelques-uns

donnés par le Dr Kreitner, compagnon de voyage du comte Béla Czéchényi, qui fit la visite du monument en 1879 et en publia la relation sous le titre de *Im fernen Ost* (Wien, 1881).

« La table de pierre sur laquelle est gravée l'inscription présente à sa base la forme d'un rectangle, mais se termine en haut par une courbe. Elle est de calcaire et monolithe. Elle repose, depuis l'époque des derniers



La croix du monument, en grandeur naturelle.

troubles qui ont suivi la révolte des rebelles musulmans, sur un socle appuyé lui-même à sa partie inférieure sur une tortue. La surface de la table est un rectangle allongé. En haut se trouve, contigu, mais séparé, un petit espace carré, terminé par un triangle en pointe, tous deux un peu détachés du plan qui en forme le fond. Aux deux côtés du petit carré et du rectangle, dans les deux segments de la courbe, se trouve en bas-relief une représen-

tation d'animaux fantaisistes. Dans le triangle est une croix gravée, entourée d'enjolivements; la ligne perpendiculaire en est un peu plus longue que la ligne horizontale; les quatre bras, en forme de croix de Malte, se terminent par des ornements arrondis qui pourraient représenter des fleurs (?).

» La table même, sans le support, mesure, jusqu'à la hauteur de la courbe, $2^{m},75$; jusqu'à la pointe du triangle, $2^{m},35$; la largeur de la table comporte $0^{m},95$; l'épaisseur, $0^{m},25$. Le plus grand angle a 2 mètres de hauteur; le plus petit a, jusqu'au sommet du triangle, $0^{m},35$. La tête de la tortue s'élève jusqu'à une hauteur de $0^{m},50$; son corps, formant socle, a une hauteur de $0^{m},30$; du bout des mâchoires à la table qui y repose en équerre, il y a 1 mètre.

» Dans l'inscription même, nous remarquons plusieurs parties. Et d'abord, l'inscription en plan qui ressort. Le petit carré renferme le titre, en trois lignes qui se suivent de droite à gauche, chacune de trois caractères très gros. Sur la grande surface carrée s'étalent, dans le même ordre de droite à gauche, trente-deux colonnes, dont quatre plus courtes et les vingt-huit autres de cinquante-huit à soixante-deux caractères chacune. Le bord inférieur contient une inscription syriaque de vingt-cinq lignes, à lire verticalement comme le chinois, gardant la suite des alignements de droite à gauche [1] et entremêlées de lignes chinoises. La première et la dernière ligne du syriaque se trouvent dans les deux marges, l'une à droite, l'autre à gauche de l'inscription principale en chinois. Le reste des lignes syriaques, dont les caractères sont mélangés de différentes façons, se trouve dans l'espace inférieur. C'est à tort que Kircher et Assémani, en vue de former un ensemble, ont fait suivre immédiatement la première partie syriaque de celle que nous venons de montrer en dernier lieu.

» Une autre partie de l'inscription se trouve sur les petites marges de la table. Il y a là septante noms d'ecclésiastiques et de moines : quarante et un noms en quatre listes sur la marge de droite, et vingt-neuf noms en trois listes sur la marge de gauche. A côté de soixante-deux de ces noms sont ajoutés en lettres chinoises les noms qui servaient à désigner les mêmes personnages parmi les Chinois. Sur la marge de droite, il y a en

[1] Ceci est inexact; Kreitner n'est ni syriacisant ni sinologue.

outre aussi l'inscription de l'an 1859, en gros caractères, en partie sur l'ancienne qu'elle recouvre.

» Le nombre des caractères chinois, en tête et dans les trente-deux colonnes de l'inscription principale, est de dix-sept cent septante-trois; sur le bas, vingt-sept; sur les deux marges, cent quatre-vingt-neuf; en tout donc, dix-neuf cent quatre-vingt-neuf, soit deux mille, à onze près. » (*Im fernen Ost*, pp. 464 sqq.)

Il est utile de rapprocher de ces renseignements tout modernes ceux fournis par les missionnaires qui furent les premiers à visiter le monument peu de temps après sa découverte et à en donner connaissance.

Écoutons le P. Alvarez Samedo : « La pierre aboutit en figure de pyramide, dont l'aiguille a 2 empans, et la base un autre (empan). La hauteur totale est de 9 empans; la largeur, de 4; l'épaisseur de 1 et plus. (Soit $1^m,90 \times 0^m,84$, épaisseur $0^m,21$, valeur de l'empan d'après Pauthier.) La croix est *couverte et entourée* de certains nuages avec trois lignes écrites au pied, *tirées de travers* et formées comme trois grandes lettres, de celles dont on se sert communément à la Chine... Tout le dessus de cette grande pierre était aussi gravé de semblables lettres, quoique *toutes ne fussent pas de même grandeur*... Le gouverneur la vit, la considéra, la fit élever sur un beau piédestal et couvrir d'un toit, appuyé sur des piliers par les côtés. (PAUTHIER, in *Annales de philosophie chrétienne*, 1857, pp. 44, 45.)

Pauthier nous apprend que le fac-simile de Paris mesure $1^m,91$ (sans le pyramidion) sur 1 mètre de largeur. Il cite en outre ce passage du P. Boim : *Ad sinistrum latus et infra videri syriacu nomina.*

Le même Pauthier cite un passage du livre chinois *Kin cheu tsouei pien :* « L'inscription a une hauteur de 4 pieds 7 pouces 5 lignes », soit, à la valeur actuelle du pied chinois ($0^m,325$), $1^m,544$. C'est, notons-le bien, la hauteur de l'inscription qui, ajoute l'auteur chinois, « comprend trente-deux lignes de soixante-deux caractères chacune ». Le bas de la table, où se trouvent les lettres syriaques mélangées de caractères chinois, aurait donc une hauteur de $0^m,356$ selon le P. Semedo, $0^m,366$ selon le fac-simile de Paris.

On le voit, si les mesures se rapprochent quand il s'agit de la table même de l'inscription, elles présentent des variantes en ce qui concerne le

monument en son entier. La première cause en est certainement dans les noms différents d'unités de mesure et dans l'incertitude de la valeur exacte à attribuer à chacune des unités. Certaines données aussi sont évidemment fournies à l'œil, car elles sont exprimées en chiffres ronds. Il est regrettable qu'on ait négligé, dès le commencement, de prendre des mesures exactes. Cela peut prouver qu'on ne songeait pas alors à la possibilité de voir contester, soit l'authenticité, soit l'identité du monument; mais les faits devaient bientôt prouver que l'on avait tort de s'y fier.

Les mesures prises : sur l'inscription, sur le décalque dépassant la limite des caractères et sur la table entière dans sa ligne médiane, peuvent être considérées toutes comme exactes. Mais ce n'est là qu'une partie, essentielle à la vérité, de la hauteur totale du monument, et même du monolithe.

Kreitner trouve à la table rectangulaire une hauteur de 2 mètres. Nous admettons cette augmentation de 9 ou 10 centimètres sur la mesure des décalques dont le papier a pu ne pas atteindre les deux bords, inférieur et supérieur. Mais le couronnement reste douteux, tant pour la forme que pour la mesure. Williamson, Yule et Kreitner ont trouvé un sommet arrondi, là où Kircher indique positivement une forme de pyramide. Nous voyons partout des caractères chinois de différentes factures pour composer le titre, qui fait partie du couronnement. Williamson donne pour *King* (lumineux) un caractère de forme archaïque, comme dans le texte, au lieu du caractère absolument fautif de la copie de Kircher. Cela vaut mieux que les enjolivements de Lees. La photographie de Yule, reproduite par Gaillard, ne comprenant que la moitié supérieure de la table, présente un titre en caractères d'un autre pinceau que la nôtre, malgré la parfaite identité de forme dans les centaines de caractères des deux textes chinois dans les deux photographies; la photographie japonaise a des caractères de même facture pour le titre et le texte; mais elle porte le fronton de Lees (fantaisiste, selon le P. Gaillard), s'allonge par la suppression des marges et montre évidemment un calque dont on distingue les deux morceaux. Dans nos titres, les neuf caractères en trois lignes forment un carré parfait en position droite; Semedo avait vu *trois lignes tirées de travers*. Le même missionnaire avait vu une croix *couverte* et entourée de certains nuages; Yule ne voit plus en haut qu'une flamme entourée de draperies; Williamson ne montre que des

dragons, et notre photographie ne laisse apercevoir que deux lignes en festons. Décidément, le P. Hugh Scallan, missionnaire à Si-ngan-fou, l'a bien dit : « Le sommet a été renversé »; nous pouvons ajouter : et il peut, à la rigueur, avoir été remplacé.

Les auteurs qui ont écrit sur l'inscription ont reproduit une croix de deux types différents, que nous pourrions appeler le type ancien et le type nouveau. Nous trouvons l'ancien dans Kircher, Pauthier, Bonnetty, Kesson, Dabry, etc.; le nouveau (à partir de 1866), dans Williamson, Yule, Gaillard, Legge, et sur notre photographie, qui porte la date de 1875 [1]. Le P. Gaillard appelle le premier type inexact; nous voyons néanmoins les anciens auteurs reproduire une croix dont les bras sont terminés en fleur de lys, selon l'indication précise du P. Kircher. L'accord n'est pas moins unanime entre les modernes par rapport au second type : aux bras terminés par des cercles, surmontée d'une flamme, figurant l'effluve bouddhique et représentant l'influence céleste de prospérité (voir la photographie de Yule dans Gaillard). Il y a lieu, sans doute, de tenir compte, quant aux ornements qui entourent la croix, de la judicieuse remarque de Legge : « Les estampages sont impossibles sur les sculptures en relief »; mais il n'en est pas de même de la croix, qui est gravée; on ne peut révoquer en doute le témoignage d'un missionnaire vivant sur place : « Lors de la révolte musulmane, le sommet a été détaché du corps »; ni celui de M. Bermyn, qui a vu « les deux pierres rattachées par des Anglais (sans doute Williamson et Lees) au moyen de crampons ».

Il nous paraît hors de doute que l'ancien sommet du monument n'existe plus. Le monument, tel qu'il se voit aujourd'hui, a-t-il jamais été monolithe, comme Kircher et Semedo semblent l'insinuer par ces mots : « une pierre *arrondie* par le haut... », « la pierre aboutit en figure de pyramide dont l'*aiguille*... »? La chose nous paraît pour le moins douteuse. Nous croyons plutôt que Williamson et Lees n'ont fait que consolider ce que les Chinois avaient replacé négligemment après l'acte de vandalisme des rebelles musulmans. Notre photographie montre que la partie supérieure de la table, portant l'inscription principale, a dû être endommagée : les caractères

[1] Avec le mot *Schels*, sans doute un nom propre, allemand selon toute apparence.

supérieurs sont tellement près du bord de la table que certains traits ont disparu, quoique aucun caractère n'en soit rendu méconnaissable. De plus, on y remarque que les deux marges sont surhaussées. Nous soupçonnons que la pierre aura été rognée par le milieu à la partie supérieure de la table. Ce travail a pu être nécessité par une cassure provenant du renversement de la pierre surmontée de son appendice. Le trou mentionné par le P. Hugh Scallan, trou pratiqué entre les deux pierres, aurait ainsi une raison d'être : il a pu servir à engager une cheville quelconque, en pierre, en bois, en fer ou en maçonnerie, pour produire une adhérence suffisante entre les deux parties du monument. Renverser une telle masse, c'en était assez pour produire la rupture de la cheville et en même temps une cassure des deux pierres autour du trou, ce qui obligea plus tard de rogner les pierres pour les assujettir à nouveau. Le surhaussement des marges serait ainsi expliqué, comme aussi la disproportion des dimensions actuelles comparées aux anciennes. Le rapport entre la largeur et la hauteur est, d'après Kircher, de 5 à 10; la mesure prise sur notre photographie donne celui de 5 à 7. Il y aurait donc suppression de trois dixièmes de la hauteur.

« Le monument, dit Kircher, est *une* pierre... » Si ce mot *une* est pris dans le sens strict, il faut dire que son type de croix est le véritable et qu'il a été, comme sa copie du texte chinois, « soigneusement contrôlé sur l'original ». Dans le cas contraire, les anciens missionnaires, après avoir inspecté la première pierre, n'ont pu élever sous l'abri en plein air que la seconde pierre, « gravée par ordre du mandarin local sur le modèle de la première et *en tout semblable* ». Le but de cette reproduction exacte, reproduction faite heureusement sous les yeux des missionnaires, des mandarins et du peuple païen, nous ne le trouvons marqué dans aucun auteur; mais il est tout indiqué : remplacer, pour satisfaire la curiosité du public, par une reproduction la pierre que l'on voulait conserver intacte, à l'abri d'un coup de main, et sans doute dans la collection des monuments antiques. Cette collection existait dès lors à Si-ngan-fou; car des documents contemporains nous apprennent que le monument de *Iu* y prit place, « parce qu'il était convenable que l'antique capitale de la Chine, qui renfermait déjà tant de

précieux monuments, renfermât aussi celui-ci [1] ». Il était naturel que l'autorité prît des mesures de préservation. Non moins naturel était le désir du mandarin Léon, « déjà imbu du christianisme », de faire connaître à tous le monument chrétien inopinément découvert. Nous aurions ici le moyen de concilier le soin jaloux des Chinois pour la conservation des anciens monuments avec la négligence relative des temps postérieurs, quant à l'entretien de l'abri, et avec l'acte de vandalisme, autrement inconcevable, de cet amateur inconsidéré qui vint graver sur la pierre la malencontreuse constatation de sa visite.

La question, du reste, importe peu, quant à la valeur du texte chinois. Celui de la grande collection de Wang-tchang, avec la signature de cent quatre-vingt-un lettrés (voir Pauthier), fait foi auprès des Chinois; il a pour lui l'autorité impériale, et a autant de valeur que les autres inscriptions renfermées dans la collection. Pour nous, nous pouvons toujours nous en rapporter à la copie conforme fournie par le *T'ang king kiao pei*. Ce livre, on l'a vu plus haut, a été écrit par le missionnaire chrétien Diaz peu de temps après la découverte. Si l'édition que nous avons sous les yeux renferme quelques caractères (sur près de deux mille, contrôlés un à un) dont l'un ou l'autre élément diffère quelque peu de ceux reproduits par Wang-tchang, c'est une incertitude fort secondaire et sans importance à propos de minutieux détails. A supposer même que ces petites inexactitudes soient toutes attribuables à Diaz et à ceux qui l'ont reproduit, — concession absolument gratuite, attendu que le texte de Wang-tchang est d'origine inconnue, et ne saurait guère avoir plus d'autorité que celui de Diaz, — il reste toujours incontestable qu'aucun monument aussi ancien en aucune langue du monde ne saurait nous fournir un texte aussi exact au milieu d'une telle complication d'écriture. L'entière unité et le parfait enchaînement des idées, exprimées en partie en langue étrangère, et appartenant toutes à la doctrine d'étrangers, constituent un certificat d'authenticité dont on ne saurait trouver ailleurs ni rêver nulle part d'équivalent.

Nous ne pouvons clore ce chapitre sans avoir dissipé un malentendu qui

[1] J. Hager, *Monument du Grand Iu*. Paris, 1802.

peut résulter de la lecture d'une remarque de Pauthier, mal interprétée par son auteur.

Pauthier, citant un passage de la *Géographie impériale* de Péking (1744), fait dire à l'auteur chinois que le monument de Si-ngan-fou *a été restauré par des Ts'in* sous l'empereur T'ien-chouenn, de la dynastie des Ming. On peut lire le texte chinois du passage dans les *Annales de philosophie chrétienne* (année 1857, p. 269). En le rapprochant de la traduction donnée précédemment (p. 56), on pourra se convaincre que le sens en est :

« Le Kin-cheng-seu (couvent) est à l'ouest de Tchang-ngan-hien, hors des murs. C'est le Tch'oung-jenn-seu (couvent de la bienfaisance religieuse). Il fut bâti sous les T'ang. Le couvent renferme une inscription bouddhique [1] du Maître de la Loi, aumônier [2] des T'ang, intitulée King kiao liou hing Tchoung-kouo pei. Sous T'ien-chouenn, des Ming, il (le couvent) fut restauré par des Ts'in; il tenait alors par sa splendeur le premier rang parmi tous les couvents. » — Cette dernière phrase indique clairement le sens de celle qui précède.

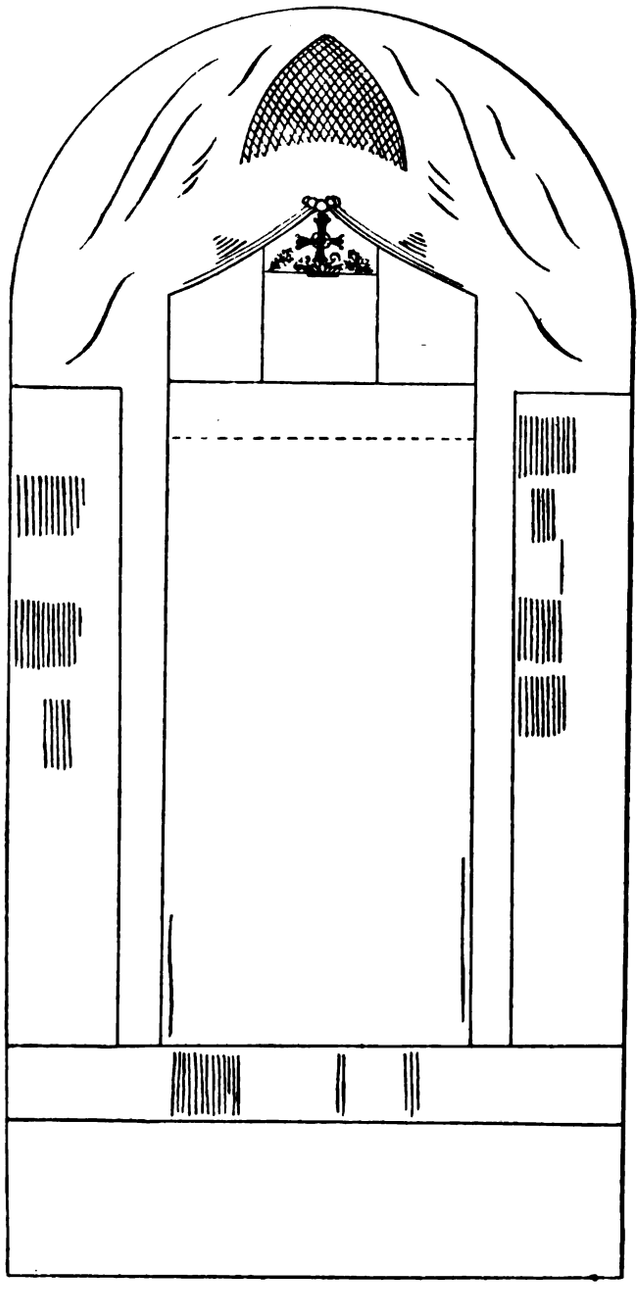
Relevons en deux mots un autre contre-sens de Pauthier, rendu manifeste par le texte chinois qu'il y ajoute (p. 258). « Tou iue kin tai » ne signifie pas « fut reconnue (l'inscription) pour être d'un âge rapproché », mais veut dire exactement le contraire : « dépasse les limites des dynasties rapprochées. »

En coordonnant les différentes mesures et les renseignements divers qui précèdent, après comparaison faite de notre photographie avec la phototypie de Yule, le fronton de Legge (d'après Williamson), les dessins conformes de Hoogers et de Gaillard, ajoutant nos marges, qui manquent partout ailleurs, marquant grossièrement le cadre du fronton, qui reste de nature douteuse, indiquant la place des lettres syriaques, marquant d'un pointillé l'endroit probable de la fracture, et figurant au bas un socle non orné, nous

[1] Le mot chinois est *t'a*, correspondant au sanscrit *sthoupa*, élévation, tour, phare, monument ou pilier (stèle) et aussi pagode ou temple. (Voir W. WILLIAMS, *Dict.*, verbo *t'ah*.)

[2] *T'an* est bien un nom d'arbre, au bois dur, propre à faire des essieux, ou d'un arbre odoriférant, comme le *santal*; mais *t'an* ou *t'an-na* est aussi la transcription du sanscrit *dana*, qui désigne l'aumônier d'un couvent et signifie la vertu de la charité religieuse et du renoncement propre. (WILLIAMS.)

pouvons obtenir le croquis général ci-dessous, qui donnera au moins une idée de la forme du monument avant les avaries qu'il a subies.



DEUXIÈME PARTIE.

EXAMEN.

Le monument étant connu dans sa composition matérielle, il est temps maintenant d'en étudier les parties, de les dégager de certaines ombres dont on les a entourées en Europe, et de projeter quelques rayons de lumière sur certains points de cette table, qui nous a livré jusqu'ici si peu de ses mystères.

La Croix.

La croix qui surmonte le monument en est le complément nécessaire. La preuve en est que cet emblème d'une religion étrangère a été conservé jusqu'à nos jours au milieu des païens et sous la garde de leurs bonzes.

Ce signe aurait disparu du fronton, qu'on le retrouverait encore deux fois employé dans l'inscription chinoise, sous forme du caractère vulgaire +, *cheu* (dix). Nous l'y voyons écrit très clairement et, pour le dire en passant, nous sommes étonné de voir ce caractère remplacé, dans l'exemplaire de Pauthier, par un signe usité chez les Chinois pour marquer la place d'un caractère effacé ou illisible.

Les auteurs de l'inscription expliquent eux-mêmes la signification qu'ils attachent à ce signe :

« Dieu (Aloha) est (comme auteur de la création) le point de départ des bras de la croix + déterminant les quatre points cardinaux. »

« Comme signe, elle (la Religion lumineuse) prend la croix, dont la splendeur, se répandant vers les quatre côtés de l'horizon, est l'image parfaite de son domaine spirituel complet. »

Nous aurons à revenir sur le sens que nous donnons à ce dernier passage de l'inscription; il suffit, pour le moment, de faire observer que M. Legge y voit au moins une allusion au christianisme. Cette opinion du professeur d'Oxford résulte du sens général du texte; elle est confirmée par la présence de la croix ornée qui figure en tête du monument; elle est, au surplus,

corroborée par la découverte et l'exaltation de croix analogues, vers le même temps, dans la province du Fou-kien, et dont nous allons donner un croquis et une courte notice d'après un livre chinois du temps.

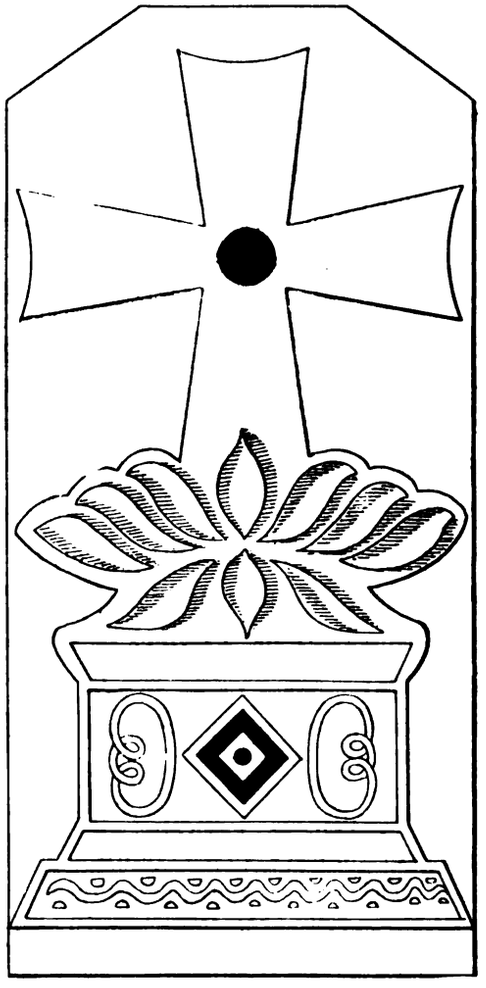


Fig. 1.

Notons d'abord ce que nous appellerions la notion première et naturelle du caractère + chez les Chinois. Écoutons le Chouo-wenn : « Dix est l'instrument du nombre; — fait l'Est et l'Ouest, | fait le Sud et le Nord;

leur réunion fait les quatre points cardinaux; le milieu est l'instrument de la division. Dans les mutations, le nombre commence à — *un* et s'achève à + *dix*. » Jusqu'aujourd'hui, le mot a gardé couramment, outre sa signification de *dix*, celle de *complet, complètement.*

Nous lisons dans le *T'ang Ts'in kiao pei* : « Sur une montagne, à l'ouest de Nan-i, district de Tsiuen-tcheou (au Fou-kien), on découvrit, en terre, une pierre du modèle ci-joint (fig. 1). La découverte date de 1628. Dans la ville de Tsiuen-tcheou se trouve, à la bonzerie de Chouei-lou, une

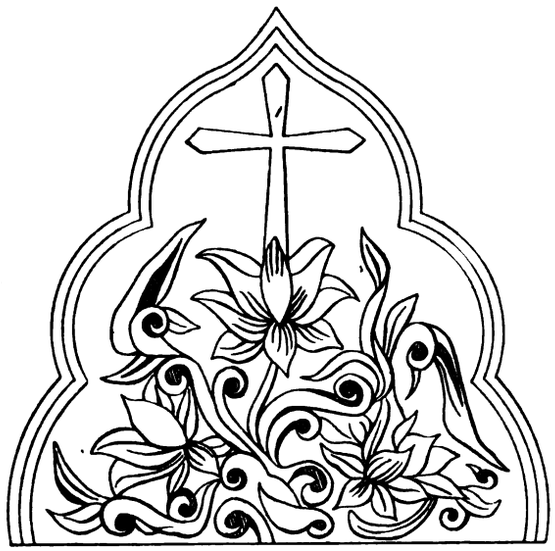


Fig. 2.

croix antique, trouvée par Sou-cheu-chouei, vieillard qui était chef des bonzes. En 1639, des chrétiens, l'ayant vue, la transportèrent religieusement dans leur église, le jour de la Passion. Les annales locales rapportent que le temple Chouei-lou avait été bâti la sixième année de Hiuen-tsoung des T'ang (720) et qu'il n'existe plus (voir fig. 2). Hors la porte Jenn-foung, de la ville de Tsiuen-tcheou-fou, et à 3 li environ (1 1/2 kilomètre) des murs, sur le bord de l'Étang oriental, il y avait autrefois le Temple du Sacrifice oriental (Toung chan cheu). Les Annales du district disent : Au

Kien-fou des *T'ang*, les habitants de cette région possédaient un monastère considérable, habité par une foule de religieux dans une enceinte sûre. La première année de K'oang-ming, le nom en fut changé en celui de Toung-chan. Le monastère fut détruit plus tard. Tout près du temple, à environ deux cents enjambées, il y avait une croix antique sur le bord d'un champ. Cette croix était restée incomprise, lorsque, la onzième année des Tsoung-tchenn (1639), le quatrième jour de Pâques, des chrétiens l'aperçurent en rendant leurs devoirs à des tombes; ils retournèrent la visiter le mois

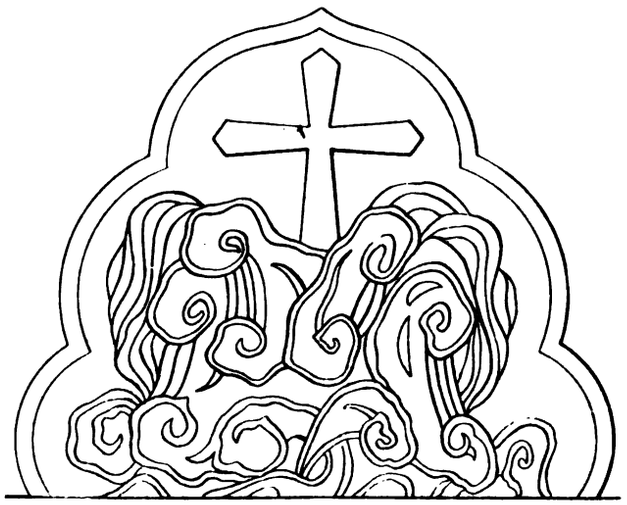


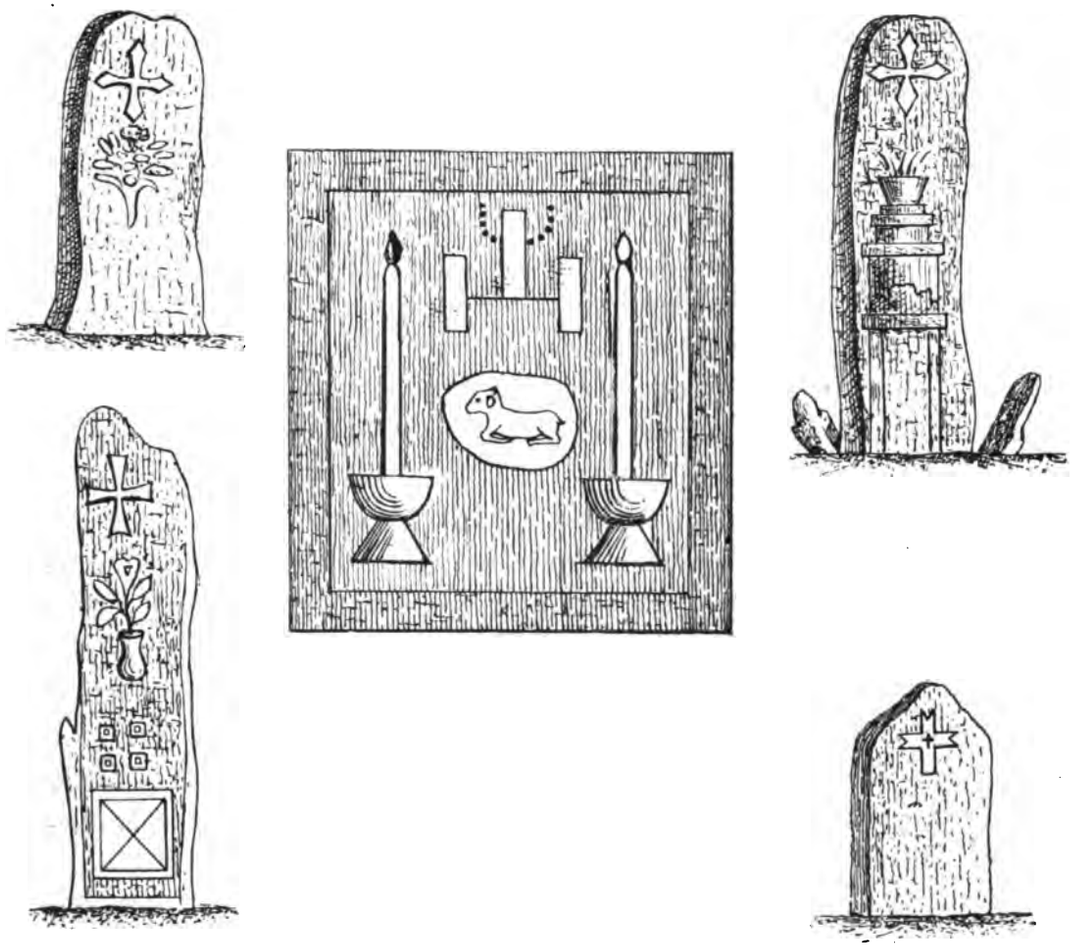
Fig. 3.

suivant et se réunirent en procession pour la transporter dans leur église. (Voir fig. 3.)

Donnons, comme autre terme de comparaison et comme apport aux annales monographiques de la croix, différents types de croix gravées sur pierre, découvertes par un de nos missionnaires belges en 1890, dans un ancien cimetière sur les ruines de la Ville Blanche (en chinois Pe-tch'eng, en mongol Tchagan-Balgasson), dans la Mongolie centrale.

Les hauteurs en sont de 7 à 8 pieds; la largeur, de 2 pieds; l'épaisseur, de 1 pied. La tradition rapporte que ce sont des tombeaux chrétiens, sans plus. A l'état des sculptures, on dirait que ces pierres sont là depuis plus de

mille ans. Les unes sont debout; les autres, couchées sur le sol. Pour les premières, le sujet gravé se distingue encore, mais faiblement; la sculpture des autres continue à montrer des reliefs de plus d'un pouce. Si l'on compare ces dernières aux pierres tombales des Jésuites morts à Pé-king du temps



de Louis XIV, on constatera que les pierres de Pé-king, debout cependant et en plein air, semblent dater d'hier, tant les arêtes des inscriptions sont nettes et vives; tandis qu'ici, les pierres qui sont couchées face en dessous, portent, même sur cette face, des traces évidentes d'usure et de vétusté.

(Voir *Revue des Missions belges,* mars 1891, n° 26, p. 410.) Outre la croix, l'autel avec les chandeliers, l'agneau couché et le monogramme du Christ sont ici remarquables.

Le christianisme, sous le nom de Religion de la croix, fut donc connu et répandu anciennement en terre chinoise.

Dans son livre intitulé : *Le Monument nestorien de Si-ngan-fou,* Pauthier, de qui le témoignage ne doit pas paraître suspect en pareille matière, consigne en notes finales les remarques suivantes, d'après les commentaires chinois :

« L'inscription porte : Prenant le signe de la croix + pour déterminer les quatre points cardinaux... Maintenant, dans la religion chrétienne qui adore Jésus on élève la main pour tracer le signe de la croix; cela s'accorde bien avec les paroles de l'inscription. » (Éditeur chinois de Wang-tchang.)

« Ce christianisme était celui des Perses. On nommait la religion *persane,* parce que des Perses l'avaient introduite; mais, à partir d'un édit impérial de 745, on la nomma Religion de Ta-Ts'in (syrienne), de son lieu d'origine. » (*Ibid.*)

« Entre 713 et 742, l'Occident fit en Chine une irruption sur plus de mille lieues en se répandant dans les cent royaumes (dans la Chine tout entière). On y apporta les Livres sacrés, qui furent déposés dans le *Palais des livres traduits.* Telle fut l'origine de différentes doctrines religieuses en Chine, où l'on trouva 5.358 temples et 125.600 religieux et religieuses. » (Kin che lou pou.)

« Trois des sectes barbares adoraient Jésus et contribuèrent à propager la Religion lumineuse. Leurs sectateurs connaissaient la langue et la littérature chinoises. » (King kiao k'ao.)

Ces citations, sous le bénéfice de la vérification sur les textes originaux, sont du plus haut intérêt, et nous avons tenu à les rapprocher. Ajoutons-en une autre, non moins intéressante, d'après Pauthier et Legge. Il s'agit d'un édit mémorable, publié en 845 par l'Empereur Ou-tsoung, un Taoïste convaincu, un persécuteur du bouddhisme, qu'il proscrivit en même temps que la religion de Ta-Ts'in. Le texte de l'édit se trouve dans la « Collection des édits et rescrits impériaux », publiée et annotée par l'Empereur K'ang-hi

en 1685; la traduction, dans l' « Histoire » de Du Halde (vol. II, p. 497). Avant sa proclamation, l'Empereur avait fait opérer le recensement des monastères de son empire; le nombre trouvé était de 44.600, avec 265.000 occupants, moines et nonnes (d'après le Fou tsou li tai t'oung tsai, de Nien-tchang). L'édit porte : « Que l'on détruise tous les monastères bouddhiques dans tout l'empire; que les moines et les nonnes reprennent la voie de la vie commune. »

Le T'oung-kien kang-mou note ici que « si les exemptions ne manquèrent pas, l'ordre fut néanmoins en général exécuté. C'est par dizaines de mille acres que les terres furent confisquées; statues, cloches et instruments de musique en métal furent fondus en monnaie de cuivre; 150.000 esclaves, mâles et femelles, furent rendus à la liberté. »

Dans notre inscription, on remarquera le passage suivant : « Elle (la Religion lumineuse) n'entretient pas d'esclaves, ni mâles ni femelles. » Et cependant, les religions étrangères sont assimilées au bouddhisme et enveloppées dans la proscription. L'édit conclut ainsi :

« Quant aux religions des nations étrangères, quelles qu'elles soient, celle de Ta-Ts'in aussi bien que celle des ***Mou-hou-pi*** [1], se montant à plus de 3.000 personnes, qu'elles reprennent la voie de la vie ordinaire et cessent de nous importuner de leurs contes creux. »

On se demande naturellement jusqu'où s'étendaient la notion et le rôle de la croix dans ces différentes religions étrangères. Une réponse absolue

[1] Ce mot de Mou-hou-pi est resté inexpliqué jusqu'à ce jour. ***Mou*** est la première syllabe du nom de l'empereur ***Mou***-tsang, bouddhiste fanatique que Ou-tsoung venait de détrôner. Son nom exprimait ses convictions religieuses. (Mou tao ou chenn kio iou chenn, la religion de l'abstention ne reconnaît pas les esprits et récuse ceux qui les admettent.) Le caractère *Hou* s'applique à une religion et à un peuple : la religion est celle de Bouddha incarné (Fou houa Hou); le peuple, ce sont les Guri, Iguri des Latins, Oïgours des Français, les Turcs orientaux. *Pi* est la première syllabe de la transcription chinoise de Bikchou, nom indien de religieux contemplatifs, pris d'une plante de l'Himalaya qui a la propriété de se tourner toujours vers le soleil. Les *Hou* et les *Bikchous* prêchaient également l'abstentionnisme. — D'après M. Éd. Chavannes (*Le nestorianisme*, dans le Journal asiatique, 1897, n° 1), le nombre des laïcisés aurait été de 2.000 seulement, tous Mauhoupa (= Magou-pat, maîtres ou chefs des *mages*), — modernes maubad, ou maubat, ou mobet, selon Darmesteter.

n'est pas facile, attendu que notre inscription porte sur une période de près de deux siècles, période troublée, tant politiquement que religieusement, aussi bien en Orient qu'en Occident. Tout renseignement doit garder sa date historique et être borné strictement aux points géographiques indiqués.

Nous savons qu'à Si-ngan-fou, avant 745, la religion persane était connue sous le nom de Religion de la croix, Cheu-tzeu kiao [1]. Pourquoi cette dénomination fut-elle alors changée en celle de Religion de Ta-Ts'in, par un empereur ami et protecteur de cette religion? Apparemment, pour éviter une confusion qui eût résulté d'une caractéristique devenue banale. La croix était connue chez les Perses, chez les Ta-Ts'in et chez les Turcs orientaux ou Oïgours. Au moyen âge, les voyageurs, comme Marco Polo, Plan-Carpin, Rubruquis, Benjamin, pour ne citer que les principaux, en retrouvent les nombreux adorateurs sur leur chemin vers le grand khan des Mongols et jusqu'à la cour impériale; quoique le plus grand nombre ne soient plus chrétiens, ils ne se sont pas tellement éloignés du christianisme qu'on ne puisse en préparer trois cent cinquante au baptême en quelques jours. Plus tard, Chardin, dans ses voyages en Perse, en retrouve en grand nombre sur son chemin, surtout en Géorgie et chez les Comans répandus dans tout le centre asiatique. En Russie, des croix sans nombre ont été découvertes dans nos temps modernes, portant des caractères antiques. Au fond de la Chine occidentale, dans la province du Kan-sou, où nous avons vécu comme missionnaire, les païens ont conservé jusqu'aujourd'hui la tradition de l'existence d'un temple de la croix; ce qui est d'ailleurs conforme au témoignage de Marco Polo, qui vit dans la ville de Kan-tcheou, qu'il appelle Campion, plusieurs temples chrétiens. (On nous dit sur place qu'il y en eut jusqu'à dix.)

Mais c'est à Si-ngan-fou et à l'année 781 que nous devons actuellement

[1] Ses sectateurs s'appelaient zara-chaci, « adorateurs de la *croix* » (*chaec*, en arménien). Nicéphorus Callistus emploie le nom arménien latinisé de *chazus*, « croix ». Steph. Borgia (*De cruce vaticana*, Romae, 1779, p. 79, note) écrit que les *Chazinzarii*, de race arménienne, datent du VII[e] siècle, diffèrent des jacobites (nature *confuse* en Dieu incarné) et admettent comme nous les deux natures *distinctes*, mais non les deux natures *séparées*, comme les nestoriens.

nous reporter. L'explication doctrinale de la croix de l'inscription, nous venons de la voir d'après le texte chinois de l'inscription même. Elle n'a, il faut bien l'avouer, de rapport direct qu'avec la cosmogonie et avec un système religieux qui fonde ses croyances et sa morale sur l'origine spirituelle des choses. L'inscription étant incontestablement chrétienne, les auteurs et les moines qui la signent en savent plus long; mais ils prennent visiblement un soin particulier de ne faire pas même une allusion au crucifiement du Sauveur qu'ils prêchent; ou du moins, cette allusion, nous ne la trouvons que lointaine et plutôt indirecte; nous la nommerions mieux une réticence à l'usage des seuls initiés. Ce qu'ils ont spécialement en vue, c'est un signe de ralliement à la Loi ou Religion universelle.

La présence des ornements qui entourent la croix nous semble confirmer parfaitement cette manière de voir.

Les quatre bras de la croix sont terminés par trois cercles. Sous quelque aspect qu'on les envisage, les êtres trouvent leur perfection *en trois*. *Omne trinum perfectum*, disaient les Latins; *le nombre est complet en trois*, disent les Chinois; Dieu est l'unité qui forme le trois, et son nom est San-i (Le Trine), enseigne notre inscription. Dans la croix elle-même, nous pouvons distinguer trois choses : les deux lignes élémentaires qui la composent et le point invisible qui les unit, ομφαλον, disaient les Grecs [1].

La croix est surmontée d'une flamme; c'est le symbole de la lumière dans son essence, immatérielle de sa nature, quoique nous ne l'apercevions que dans ses relations avec la matière. Elle est en tout, mais au-dessus de tout. Elle est antérieure à toute matière et subsistera après la destruction de tout ce que nous voyons. Elle représente bien l'Être primordial qu'adore la Religion lumineuse.

Au milieu de la croix, nous remarquons cinq cercles. Celui du milieu renferme un point qui en marque le centre. Ce centre est le point de départ de toutes choses, de toutes les formes sensibles. C'est l'imperceptible renfermé dans des limites déterminées et présidant à tous les rapports extérieurs. Ces rapports sont au nombre de quatre; d'où les quatre cercles

[1] Voir J. Scaliger, *Opuscula*.

accolés autour du cercle central, ce dernier devenant ainsi la *quintessence* (que nous nommerions mieux la prime essence) des rapports, qui ne sauraient exister sans lui ni hors de lui.

Au bas de la croix, on voit un signe composé : un simple cercle, avec en dessous un ovale contigu. C'est l'ordre des existences. *Existence,* le mot l'indique, suppose distinction, non seulement logique, mais réelle. Ce n'est plus seulement la distinction, c'est le point de passage à la succession. C'est le fœtus qui se dégage, comme forme élémentaire nouvelle d'un être nouveau. Dès les temps les plus reculés, les Chinois ont mis en figures leurs notions traditionnelles de cosmogonie. La figure finale se compose de deux cercles superposés, qui se touchent et portent pour devise : « C'est ainsi que tous les êtres se succèdent en se transformant sans cesse. » De même, leur Livre des Mutations nous présente les quatre qualités premières et naturelles de tout composé et les quatre premiers rapports des existences. Les quatre bras de la croix et les quatre cercles qui en entourent le centre peuvent bien avoir une signification analogue; et cette signification, transportée dans le domaine de la morale, fournirait les huit *régulations* dont il est question dans notre inscription, comme aussi dans tant de livres chinois [1].

Considérons un instant les points précédents comme acquis au débat et cherchons, autant qu'il se peut, à rattacher au même ordre d'idées les autres détails qui environnent la croix.

Le pied de la croix est engagé dans un nuage qui l'enveloppe de deux côtés. Ce nuage, étant placé sous la croix, est une figure en relation avec elle. Le principe premier, essence des choses, feu en haut, est en bas nuage chargé d'humidité et source de fécondité pour la terre. Cet élément matériel de la production des êtres n'existe pas par lui-même; il est un effet de la chaleur, qui transforme l'eau terrestre en vapeur pour l'élever dans l'espace, l'y maintenir quelque temps et la rendre à la terre sous forme de pluie fécondante. Le nuage est placé entre ciel et terre, procédant de l'un et de l'autre, maintenant les deux en équilibre et en rapports harmoniques. C'est

[1] On verra plus loin que nous n'admettons pas, comme sens immédiat, les *huit béatitudes* de la plupart des traducteurs.

l'image du sage, uni constamment à l'Être primordial et exerçant une heureuse et constante influence sur les mortels. L'inscription nous le dit et nous le répète, comme nous le verrons plus loin. Disons-le seulement en passant, nous ne sommes pas peu étonné de voir tous les traducteurs prendre les *nuages* de notre texte chinois dans le sens propre, et envoyer en Chine des sages de l'Occident, *guidés par les nuages,* singuliers guides pour un si long voyage!

Le nuage se partage en deux et tourne ses volutes vers l'est et vers l'ouest. Le sage enseigne le commencement et la fin de toutes choses, comme la chaleur et l'humidité par leurs combinaisons diverses constituent le commencement et la fin, la vie et la mort de tout ce qui existe dans la nature.

Après les vertus viennent logiquement les parfums qu'elles répandent. Plus bas, à la base d'ornementation de la croix, on aperçoit deux tiges portant chacune une fleur. Cette efflorescence est produite par les nuages; elle est le résultat tangible de la chaleur et de l'humidité; elle marque le point de transition entre une production qui s'achève et une reproduction qui s'annonce; elle est la source des chauds effluves et de l'odeur embaumée qu'ils communiquent aux alentours. Le « souffle parfumé » joue un grand rôle dans les doctrines morales du temps, en Chine et dans l'Inde. Dès les premiers siècles de notre ère, l'Inde était désignée par les Chinois sous le nom de Tchoung-houa, « Efflorescence du Milieu », et, chose singulière, la Chine prit bientôt pour elle-même ce nom qu'elle a gardé jusqu'à présent. Au VII^e^ siècle, au moment même où les premiers prédicateurs chrétiens, conduits par Olopenn, sont signalés à Si-ngan-fou, le Si-iu-ki (*Mémoires sur les contrées occidentales*) appelle *hiun* ce parfum des fleurs, qu'il entend dans un sens moral. Nous savons d'ailleurs que le *hiun-lou* était le nom figuré d'une « plante à tige unique et à fleur unique croissant au pays de Ta-Ts'in ». (Voir *Dictionnaire de Kang-hi.*) Le pèlerin bouddhiste Hiuen-ts'ang nous représente les vertus des sages comme « les parfums de l'orchidée et l'odeur du cannellier ». La grande encyclopédie chinoise *Pei-wenn iun fou* ajoute que les mots « parfums d'orchidée » se rapportent à la doctrine de la grande universalité (Ta tchang) du temps des Tcheou (740-330 av. J.-C.).

Nous l'avons vu déjà, la croix représente bien aussi l'universalité, non pas seulement parce qu'elle étend ses quatre bras vers les quatre plages de l'Univers, mais encore parce que la figure idéographique + renferme le résumé de toutes les idées que nous pouvons avoir au sujet d'un être déterminé.

C'est *un* caractère. Il est composé de *deux* éléments qui, croisés, déterminent le point de rencontre, de façon que le caractère subsiste en *trois*, quoique formant un. Nous y distinguons *quatre* bras qui, avec le point central, forment *cinq*. Le point appartient aux deux lignes, dont chacune se subdivise ainsi en trois éléments, ce qui donne un croisement en *six* (ou sexuel). Les lignes sont deux séries de points; en rapport avec leur origine sans étendue, immatérielle, les êtres composés existent en *sept* [1]. Les quatre directions déterminent quatre angles; orienter sa nature et disposer sa conduite, c'est la perfection actuelle, en *huit*, de l'être agissant. S'il reste constamment uni à son origine première, il aura atteint la perfection morale en *neuf* (nombre du ciel, dit le Chouo-wenn); et l'on pourra le représenter par + *cheu*, « *dix* », comme une créature achevée, *cheu fenn hao, omnibus partibus bona,* disent encore les Chinois de nos jours.

C'est la théorie des nombres, cela, nous dira-t-on. Nous le savons; mais la littérature chinoise en est pleine et nous l'y voyons étroitement apparentée avec les idées religieuses du peuple chinois. Elle existait dans l'Inde antique sous le nom de doctrine du Sankhya [2]; et ce nom a passé en chinois, sous la forme *seng,* pour désigner les bonzes (*seng,* mot indien, abrégé de seng-kia-iè). (*Dictionnaire de Kang-hi* [3].) Plusieurs passages de notre inscription seraient inintelligibles, sans le secours de cette théorie. Citons seulement « les trois cent soixante-cinq erreurs primitives » et les « hommes du un en sept », sans compter le fameux *San-i,* « un en trois, Le Trine. » Il y a là bien des choses que nous pouvons ne pas comprendre, qu'on ne comprend même plus, ni en Chine ni dans l'Inde, où l'ancienne doctrine a été altérée; c'est

[1] Voir le sens de ce nombre dans l'inscription.
[2] Voir Stan. Julien, *Voyages des pèlerins bouddhistes.*
[3] D'autres font dériver le mot de *sangha*, assemblée.

une raison pour nous de les proposer comme un sujet d'étude, intéressant, mais difficile; ce ne saurait être un motif de nier l'évidence de leur existence. On pourrait toujours répondre que, à l'époque dont nous parlons, l'univers comme ensemble de tous les êtres réunis s'appelait, chez les bouddhistes, le Grand Mille (chiliocosmos), et qu'un des titres de Bouddha était San-ts'ien Ta-ts'ien, le Mille manifesté dans les trois chilios (mondes); que le bouddhisme connaissait le *ou t'ien chenn,* l'Esprit du Ciel en cinq; que l'Inde se nommait en chinois le *ou T'ien-tchou,* non pas parce qu'il y avait cinq royaumes dans l'Inde, mais par distribution géographique naturelle et surtout par signification morale appliquée. Nous ne saurions attribuer aux Chinois la puérilité de croire que leur empire s'appelle l'Empire du Milieu, parce qu'il occupe le centre réel du monde habité, sans avoir l'idée morale que leur empire est *un* centre administratif et intellectuel, d'où leur influence s'étend partout. Quel traducteur a songé à traduire, dans notre inscription, *seu cheu* par « les quatre monastères » plutôt que par « les monastères des quatre points cardinaux », ou à comprendre « les cent villes » autrement que comme « toutes les villes de l'empire » ? Le milieu (tchoung), mais c'est aussi le point fixe et inébranlable de la vertu qui se tient à égale distance de tous les extrêmes, selon Confucius et ses sectateurs; dans l'ordre des sentiments, *tchoung* est une fidélité à toute épreuve, qui refuse de se laisser entraîner aux excès ou aux abus de pouvoir.

On le voit, on peut trouver quelque chose de tous les systèmes dans notre croix, et nous serions porté à y voir plutôt une bannière arborée pour le ralliement qu'un signe particulier et exclusif. Sa signification dogmatique doit se tirer des idées exprimées dans le texte; nous pouvons la résumer en deux mots : Dieu, immatériel, un en trois personnes, créateur et modérateur de toutes choses, invisible en lui-même, mais manifesté dans son action constante et universelle; manifesté dans le temps par son incarnation, qui lui créa un domaine spirituel, réconcilia la chair avec l'esprit et permit à l'homme d'atteindre sa fin surnaturelle, moyennant la pratique des vertus (surtout de la mortification et de la bienfaisance), sans oublier les pratiques religieuses (après la réception du baptême qui les rend efficaces) et les prières pour les morts. La croix rappelle tout cela aux chrétiens, mais elle

n'a qu'une signification cosmogonique pour les païens, sauf l'idée d'un être primordial qui préside à tout et à la perfection duquel l'homme doit se conformer, idée panthéiste actuellement, mais, sans aucun doute, anciennement monothéiste dans toute l'Asie centrale, dans l'Inde et en Chine [1]. C'est probablement à cette circonstance que nous devons attribuer ce phénomène que, malgré la présence de la croix dans tous ces pays au VII[e] et au VIII[e] siècle, nous ne voyons nulle part le crucifix. La remarque est de J. Scaliger (*Opuscula,* Paris, 1610, p. 145). Et il ajoute : « Il faut savoir que, chez les anciens chrétiens, ces symboles (qui accompagnaient la croix, et dont il donne un modèle occidental dans une médaille de Constantin, empereur de Byzance), ces symboles ont été différents selon les temps et les nations, dans les églises occidentales et dans les églises orientales; mais, chez les unes comme chez les autres, il n'y avait pas de symboles sans la croix [2]. »

[1] Eichhoff écrit : « Un des plus anciens livres du Brahmanisme, le Righ-Vêda, s'écrie : Reconnais un Grand Être, créateur de toute chose. L'unité de Dieu, proclamée par le bouddhisme, est consacrée par tous les poèmes primitifs du brahmanisme. » (Voir *Annales de philosophie chrétienne,* 1857, p. 471.)

[2] On trouvera à ce sujet de multiples renseignements dans un travail tout récent, *The Swastika,* de Thom. Wilson, Washington, 1896. L'auteur a largement profité de l'ouvrage remarquable qui a pour titre *Les migrations des symboles,* de notre savant compatriote, le comte Goblet d'Alviella. Il rend un juste hommage au digne président de l'Académie royale de Belgique, qui a fait connaître au monde savant les intéressantes découvertes faites dans notre pays, aux Estinnes, à Anthée, à Sinsin et au cimetière de Juslenville, près Pepinster.

Nous relevons quelques témoignages qui nous intéressent spécialement.

De Grey : « En 600, cette croix représentait le Dieu suprême des Ariens. »

Du col. Sykes : « Les docteurs de la Raison, ou Tao-seu, étaient des sectateurs de la croix mystique. »

De la *Cyclopædia of India :* « C'était le signe de la paix et de la pureté (au Thibet). »

De Iang-iu, ministre de Chine à Washington : « Un prêtre bouddhiste de la dynastie des T'ang décrit Bouddha portant ce signe sur la poitrine et assis sur un lys à haute tige. »

De Michael Zmigrodzki : « Cette croix vint d'abord de l'Inde et de la Bactriane. »

De Gandhi, un Hindou de Bombay : « Ce signe a été mal interprété en Occident. Originairement, il avait un sens élevé; puis on le prit pour les deux principes de vie (mâle et femelle); mais ces principes (sexuels) ne doivent pas être séparés de l'idée spiritualiste. »

De Burnouf et de Waring : « On trouve cette croix dans les catacombes. »

De l'auteur : « On en trouve en Amérique de très anciennes, qu'il nous paraît impossible de ne pas considérer comme antérieures à l'époque des prédications chrétiennes dans le nouveau monde. »

Nos prédicants chrétiens relevaient certainement de l'église de Séleucie-Ctésiphon, comme nous le montrerons en son lieu. Or nous lisons dans le *Journal asiatique* (9e série, tome IV, n° 1, p. 108), à propos d'un célèbre poète chrétien du VIIe siècle : « Ahtal, poète chrétien, dit *Porte-croix*... » Et (p. 119) : « Lorsque Ahtal naquit, le Catholicos de Ctésiphon avait sous lui près de deux cents évêques, dont vingt métropolitains. » C'est là et dans cette période qu'il faut chercher la signification exacte et complète de notre croix et des symboles qui l'accompagnent. En attendant, tâchons de nous éclairer sur la personne des apôtres du christianisme à Si-ngan et sur leur lieu d'origine.

Les signataires du monument.

Voyons d'abord quels sont les auteurs de l'inscription. Nous disons *les auteurs*, car deux sont indiqués, un pour chacune des deux parties qui composent l'inscription, la première en prose, la seconde en vers.

Le premier est marqué au commencement, immédiatement après le titre; c'est King-tsing (Pureté de la Lumière), moine du temple de Ta-Ts'in, qui a rédigé le sujet, traduit du syriaque en chinois. Le second signe à la fin, comme ayant joué le rôle d'écrivain : « Écrit par Liu-siou-ien, du titre de membre du conseil impérial, envoyé à T'ai-tcheou (Tcheu-kiang actuel) en qualité de général de division gouverneur. » Cette signature d'un homme si haut placé nous suggère plus d'une réflexion.

Le nom de Liu-siou-ien est un nom de lettré et indique un bachelier (*siou*); et, en effet, il se montre habile écrivain dans la forme absolument littéraire qu'il donne au morceau; très instruit, comme il le révèle par ses nombreuses citations des anciens classiques, et spécialement du Chou-king, dont il emprunte dès l'abord les premiers termes, comme pour marquer qu'il s'attache à l'antique doctrine des Tcheou.

Aurait-il parlé si minutieusement et si exactement du christianisme, s'il ne l'avait connu à fond? Aurait-il même accepté son rôle, sans éprouver de vives sympathies pour la religion chrétienne? Serait-il téméraire de le croire chrétien lui-même? Il venait de loin, il est vrai, d'une province de la côte maritime; mais qui nous dit que des apôtres du christianisme n'étaient pas

venus là aussi par la voie de mer, pendant que d'autres avaient suivi la voie de terre par les bords de la mer Caspienne? Les documents historiques de la Chine ne nous apprennent-ils pas que la dynastie des T'ang bâtit et rebâtit des villes dans cette province? N'avons-nous pas vu qu'une croix y fut découverte dans un temple construit sous les T'ang? Notre inscription ne mentionne-t-elle pas l'envoi par l'empereur d'un roi à Ning-kouo, en province orientale, avec ordre d'y bâtir des temples chrétiens?

Nous devons tout au moins soigneusement nous garder de considérer les nombreux prédicateurs de la religion comme venant tous du même endroit et comme ayant tous exercé en Chine une influence passagère à la suite d'une sorte de voyage d'exploration ou d'une simple tentative d'évangélisation. L'inscription nous détromperait; car, après avoir fait l'éloge du vertueux Izdbouzid, favori de l'empereur et mis par lui à la tête du gouvernement des régions occidentales de l'empire, elle ajoute, en forme de transition à la seconde partie en vers : « Des docteurs king *en habits blancs* [1] se sont rencontrés aujourd'hui avec cet homme (Izdbouzid); ce qui leur a donné l'envie de graver pierre pleine, pour célébrer un mérite si exceptionnel. Disons en vers... »

Nous touchons ici à un point de critique qui a trop passé inaperçu jusqu'à cette heure, et qui a néanmoins la plus grande importance. Qu'on veuille bien nous permettre de le signaler dès maintenant, comme servant d'appui à plusieurs des considérations qui vont suivre.

Chrétien ou non, Liu-siou-ien est évidemment Chinois. Un étranger ne serait pas lettré à ce point; supposé qu'il fût en état de conquérir le titre officiel de bachelier, les Chinois n'auraient sans doute pas fait cette exception, inouïe dans les annales chinoises, de l'accorder à un étranger. Mais il y a plus. *Liu* est un nom de famille chinois, le seul qui paraisse parmi les signataires de l'inscription, tous les autres portant des noms chinois adaptés,

[1] En 771, les Oïgours s'établirent à Ping-iang (au Chan-si); ils portaient des *vêtements blancs*. De 713 à 742, il y avait en Chine de nombreux Occidentaux; on y trouvait beaucoup de leurs livres; ils y avaient cinq mille trois cent cinquante-huit temples. (Voir PAUTHIER, *Monument de Si-ngan-fou*, notes finales.)

Les Abassidés étaient dits *à robe noire*. (KLAPROTH, *Mémoires relatifs à l'Asie*, II, p. 417.)

des noms religieux, comme on les appelle, des dénominations ou des prénoms, à proprement parler.

La partie en vers nous paraît tout entière de Liu-siou-ien, pour le fond comme pour la forme. Il l'insinue lui-même dans la transition que nous venons de traduire; il le montre indirectement par le caractère qu'il donne à sa poésie.

Il ne fait que reprendre l'histoire de la religion sous la dynastie régnante, déjà traitée au long dans la première partie, dont le moine King-tsing a fourni le sujet. Le gouverneur chinois laisse presque complètement de côté la partie religieuse et dogmatique; il se contente d'affirmer en commençant sa croyance en un Dieu personnel, créateur et rédempteur incarné; il termine par une profession de foi en l'*insondable Trine*. Au cours du morceau, il s'attache surtout aux idées religieuses ayant un cachet plus local, plus chinois, se rapprochant davantage des idées en cours, même chez les païens. Païen, il ne paraît guère l'être lui-même; chrétien, il ne l'est peut-être pas de fait, car il ne mentionne pas le baptême, mais il l'est de conviction; il est de la succession, plus ou moins lointaine, de la race apostolique des *habits blancs*, docteurs connus en Chine depuis longtemps, venus originairement de l'Occident, et qui portaient jadis le nom de Hâvaryâun, « vêtus de blanc [1] ». Ces *docteurs en habits blancs* furent longtemps opposés en Chine aux *docteurs en habits noirs* [2], et ces derniers, au dire du savant Klaproth, étaient des Arabes. Leur doctrine a de nombreux points de contact avec le système taoïste, sans pour cela répudier les idées bouddhiques, d'ailleurs souvent communes avec les premières. Ce mélange n'était même pas accidentel; il constituait la doctrine *Hou*, des Oïgours (Turcs orientaux), doctrine hybride, soi-disant taoïste, tour à tour admise et rejetée selon le vent de la faveur populaire ou impériale, mise en discussion publique à la cour de Si-ngan-fou, en 668, et condamnée comme doctrine des étrangers à l'écriture singulière et incompréhensible [3].

[1] Voir Paul de Saint-Barthélemi, *Examen Codicum indicorum*, Rome, 1792, où l'auteur attribue ce nom de Hâvaryâun aux apôtres.

[2] Voir Ortelius, *Systema*, 1685.

[3] Voir le *Tsi-chouo-ts'iuen-tchenn*.

King-tsing, lui, ne représente pas un groupe chinois; l'exposé qu'il fait de sa doctrine le prouve, et son nom d'emprunt, quoique chinois, le confirme. La « Pureté du King » est un *puriste,* qui voit la perfection de la vie dans la mortification des sens, dans l'observance religieuse du christianisme, dans la pratique des œuvres de charité chrétienne. Nouveau venu, il nous apparaît comme influencé par une plus grande proximité de la source du christianisme, malgré la réserve qu'il apporte dans ses expressions, soit par ignorance relative, soit plutôt pour ménager une partie de ses cosignataires, soit enfin pour faire recevoir plus aisément la religion qu'il prêche. Quoi qu'il en soit, les mots qu'il emploie affectent souvent d'être classiques dans le sens confucéen primitif; les emprunts qu'il fait au Tao-te-king, le livre par excellence du taoïsme, montrent qu'il est loin d'être antipathique et étranger à cette doctrine; mais c'est le bouddhisme, sous sa forme la plus rapprochée du brahmanisme dont il dérive, qui semble rallier le plus ses préférences, si tant est qu'il n'ait pas réussi à les cacher, par l'emploi successif des mots *Kiao,* « Religion », *Tao,* « Voie », *Fa,* « Loi », employés chacun systématiquement dans le confucianisme, le taoïsme et le bouddhisme. On voudra bien se souvenir toutefois que le confucianisme des T'ang avait, au commencement du VII[e] siècle, tourné à l'idolâtrie, puisqu'on avait fait élever partout des temples à Confucius; que le taoïsme avait dégénéré dans la bouche de nombreux charlatans, soi-disant docteurs, en possession, disaient-ils, de la précieuse recette pour fabriquer l'élixir de l'immortalité; que le bouddhisme venait de prendre une forme si grossière que l'on recherchait partout des reliques de Bouddha. On saura par là que, s'il était relativement facile pour des étrangers de faire écouter la prédication d'une doctrine éclectique, ces prédicateurs avaient néanmoins à lutter contre des courants d'opinions diverses sur cet océan du chaos religieux qui régnait alors.

Les prédicateurs actuels n'étant que les continuateurs d'une religion déjà prêchée en Chine depuis un siècle et demi, et le moine King-tsing les présentant comme tels dans son texte, il est bon d'en dire ici ce que nous en savons, afin de caractériser, autant que possible, leur commune doctrine.

Remarquons au préalable que cette communauté de doctrine a pour pre-

mier signe son nom même. Ce nom, employé jusqu'à quatorze fois dans le corps de l'inscription, s'étend à Liu-siou-ien, docteur *king*, et à tous les prédicateurs successifs, depuis Olopenn. L'inscription donne elle-même la signification du mot *king* : « La religion, dit l'auteur, s'appelle *king*, parce que son efficacité naturelle est d'agir comme la lumière; et son effet normal, de communiquer la clarté » ; en d'autres termes, le mot détermine sa nature et son action, et la Religion lumineuse renferme de la *lumière* comme elle donne de la *clarté* [1].

Olopenn arriva à la cour de Si-ngan-fou en 635 et y fut reçu avec pompe. Il apportait des livres saints et des images. La religion qu'il prêchait fut reconnue légalement et favorisée du patronage de l'empereur; celui-ci bâtit dans sa capitale un couvent pour vingt et un moines, qu'il dota; il fit déposer les Saintes Écritures dans le *Palais des livres traduits*, donna un édit engageant tous ses sujets à embrasser la Religion lumineuse, et enfin mit Olopenn à la tête de l'église officielle de Chine (651) [2].

Après une persécution des bouddhistes (en 699) et une autre de lettrés de bas étage (en 712), la Religion Lumineuse trouve des défenseurs plus nombreux dans la personne de moines extraordinairement éminents, les uns Arath, les autres Bhadanta, d'autres enfin *kouei-siu* (attachés à l'observance); leurs qualificatifs, mentionnés dans l'inscription, sont respectivement: Chefs-moines, Très vertueux et Rangés à tous les carats (de l'or) [3].

En 745, des moines du royaume de Ta-Tsin, appelés les *ki-houo* (Fermes mais modérés), vinrent se présenter à la cour. L'empereur leur adjoignit les moines officiels, Arath et *P'ou-luenn* (Tout à tous), pour les réunir dans un vaste monastère nommé le Palais de la Félicité. Tous étaient partisans de la doctrine du *Un* et du *Sept* (unum ex septem).

[1] « Religion illustre » est une mauvaise traduction, qui ne rend pas l'idée.

[2] Coïncidence piquante : c'est dans le même temps et presque la même année qu'Olopenn et le célèbre pèlerin bouddhiste Hiuen-ts'ang furent reçus à la cour de Si-ngan-fou par le même ministre. La remarque est de E. Renan.

[3] Les Arath et les Bhadanta sont connus dans le bouddhisme. (Voir STAN. JULIEN.) Les « rangés de l'or » tiraient leur nom de ce qu'un pouce cube d'or pur doit peser exactement une livre. (Voir *Dict. K'ang-hi*, verbo *Kin*.)

Enfin, Izdbouzid vint à l'improviste de Râdja-Griha (La Demeure Royale, en chinois Wang-Cheu), ville du Magadha; on ne dit pas en quelle année, sans doute parce que son élévation date de plus loin et qu'il était assez connu de tous comme étant le personnage actuellement le plus en vue. Il était alors *un vieillard* (*mai*). Il avait étudié dans les écoles dites des *Portiques empourprés* et s'était fait un nom dans celles appelées des *Rideaux royaux* [1]. Secrétaire d'État, il fut gouverneur de Fenn-iang (au Chen-si); puis, décoré du titre de Kouo-Koung (Duc protecteur), sous le prénom de Tzeu-i (sage et réglé), il fut le premier gouverneur général des Joung à Cho-fang (ville actuelle de Ning-hia, au Kan-sou) [2]. La longue carrière de cet intime de l'empereur Sou-tsoung se résume dans une série ininterrompue d'actes de bienfaisance, privée et publique. Il était un vrai religieux, attendu qu'il réunissait annuellement les moines des couvents des quatre coins de la Chine pour une retraite de cinquante jours. (Voir l'inscription.) D'après les « Mémoires sur les Chinois », il mourut en Chine en 783, à l'âge de 83 ans. Selon Legge, citant la 62e des Biographies des Livres des T'ang, Tzeu-i, le protecteur des Régions du Nord, mourut en 782, à l'âge de 85 ans.

La partie syriaque de l'inscription nous apprend qu'Izdbouzid était originaire de Balkh, ville du Tokharestan, et qu'il était sous la dépendance religieuse du catholique-patriarche Anan-Jésu, que les canons nestoriens nous montrent résidant à Séleucie-Ctésiphon. Cet Anan-Jésu est aussi cité en chinois, avec la mention de « chargé de la direction de toutes les communautés de la Religion Lumineuse des Régions orientales ». Il n'exerçait sur l'Église de Chine qu'une haute surveillance, cette Église ayant ses chefs locaux (renseignés dans le syriaque).

Nous laissons à notre savant collaborateur le soin de débrouiller l'organisation hiérarchique de l'Église de Chine et d'assigner les juridictions respectives, tant de l'évêque Jean que des multiples chorévêques qui signent

[1] Deux formes des écoles taoïstes en Chine.

[2] Cho-fang est encore le nom mandarinal actuel de la ville de Ning-hia. (Voir So-fang, dans Tinkowski, *Voyage à Péking*.) Les Joung (de la race des Scythes), dont le nom signifie les « guerriers », occupaient tout le nord du Kan-sou jusqu'à Lan-tcheou, le chef-lieu moderne, sur le fleuve Jaune.

avec lui. Nous ferons seulement observer que cette multiplicité même nous confirme pleinement dans la conviction que l'inscription fut rédigée à la suite d'une réunion synodale, rendue possible par la présence et l'autorité grande d'Izdbouzid à la cour. Le président de la réunion est noté en syriaque et en chinois : c'est Siméon, ancien (le mot chinois comporte l'idée de *digne et respectable,* comme on dit des mandarins); un autre mot ajouté, *sou,* « de résidence passagère », indique que Siméon n'était pas de l'endroit. Ce nom de Siméon (*Kiu-mo* en chinois) n'est pas le seul nom chinois que nous puissions identifier d'une façon certaine avec un nom de baptême du syriaque [1]; nous trouvons encore, à l'autre extrémité de l'autre marge, un *P'ou-tsi,* correspondant au *Pousi* du syriaque; et ces deux noms suffisent à eux seuls pour nous faire supposer que les noms religieux du chinois correspondent aux noms syriaques des mêmes personnes. Celles-ci d'ailleurs résidaient en territoire chinois, témoins les noms qu'elles y avaient pris. Ainsi, le prêtre Mar Sergis était chorévêque de Schiang-tsou.

On peut essayer plusieurs identifications de cette ville de Schiang-tsou : Hiang-tcheou, Chang-tchou ou Tchang-tcheou. Nous penchons pour cette dernière. En effet, Tchang-tcheou est une ville du Fou-kien, rebâtie par les T'ang. (Voir *Dictionnaire de K'ang-hi.*) On se rappelle que des croix, dont modèles plus haut, furent retrouvées dans cette province. On n'a pas oublié non plus la dispersion, relatée précédemment, de plus de trois mille moines d'Occident, qui fut la suite de la persécution dans la Chine orientale. Au surplus, une ancienne relation chinoise, rééditée au siècle dernier et traitant des « Régions occidentales », renferme un passage qui mérite d'être cité en entier : « Tous les cours d'eau de l'Hindoustan aboutissent directement à la mer. Les vaisseaux du Fou-kien et des deux Koang (Koang-toung et Koang-si) y abordent parfois; on peut même dire que ce pays est un débouché considérable pour les provinces précitées, les marchandises revenant dans l'intérieur de la Chine par Iarkand. Les Musulmans de Kachegar vendent beaucoup de velours de Tchang-tcheou (ville du Fou-

[1] On le voit, nous ne suivons ni Heller dans le *Zeitschrift,* ni Kühnert dans le *Vienna Oriental Journal,* 1895.

kien). On reconnaît la marchandise à la marque T'ien-chouenn, « Faveur céleste » [1].

Il nous reste encore à citer le supérieur religieux de tous les monastères chrétiens de la Chine. Nous trouvons son nom et ses qualités au bas de l'inscription, à côté des caractères syriaques : « Le coreviseur qui a examiné (le monument), Grand Maître et Grand Ministre, honoré du *kachaya* [2] violet, moine chef des monastères, Ie-li (Élie ?). » Plus loin vient la signature de « Hing-t'oung, le moine reviseur qui a présidé à l'érection de la pierre ». Et un peu plus loin : « Le moine Ling-pao. » Tels sont les trois témoins de l'érection et de l'authenticité du monument.

Après ce que nous venons d'écrire, il est presque superflu de faire remarquer que nous voulons exclure de la liste des prédicateurs chrétiens ces Copto-Égyptiens qui, selon Kircher et Muller, *auraient pu* se rendre d'Alexandrie en Chine. La supposition de ces deux auteurs est parfaitement réfutée par le savant Renaudot. « Le nom d'Anan-Jésu et la date du monument doivent faire rejeter cette hypothèse. En effet, on ne trouve en Égypte ni la langue syriaque, ni l'ère des Grecs, ni les chorévêques; on ne voit pas figurer d'Anan-Jésu dans les monuments égyptiens. Mais tout cela se retrouve en Chaldée et en Assyrie [3]. »

Venons-en maintenant aux listes des noms qui sont inscrites des deux côtés de la pierre, dans les deux marges.

Nous l'avons déjà dit, Kircher a réuni toutes les séries de noms dans une seule marge, celle de gauche. Assemani (vol. III, p. 538) nous dit, sans

[1] Voir notre *Chine occidentale*, p. 54. Louvain, 1887.

[2] Manteau d'honneur introduit par les bouddhistes et conféré seulement par l'empereur comme la plus grande distinction. Le *kachaya* (en chinois *kia-cha*) est un vêtement *Hou* (Hou i iè, *Dict. Kang-hi*). En syriaque, *kousita*, c'est le capuchon des moines.

[3] Voici le témoignage d'un autre livre chinois, le *Pien-i-tien* : « L'Inde fait un grand commerce avec l'Occident, avec les Ta-Ts'in et les Ngan-si (les Parthes). C'est par mer que les Ta-Ts'in commercent avec l'Inde; ils y apportent le corail, l'ambre, l'or, le saphir, la nacre de perle, etc. » — Un autre auteur écrit : « Le royaume de T'ien-fang (région céleste) était nommé anciennement la *demeure céleste*. La religion de ce pays fut apportée en Chine sous les Souei (581-617). » Pauthier croit que le *Si-kien*, autre nom du Ta-Ts'in, était ainsi dénommé des *Séleucides*, de Séleucus Ier, lieutenant d'Alexandre, et comprenait la Syrie, la Mésopotamie et une partie de la Perse.

doute pour l'avoir constaté sur l'exemplaire du Vatican, « qu'il y a vingt-cinq mots (lisez noms) chinois sur la droite par rapport au spectateur ».

Nous ne saurions faire fond sur les listes de Kircher; outre qu'il confond les deux marges, il intervertit les séries, sépare certains noms, en transcrit mal plusieurs, et écrit le tout peu lisiblement. Assemani est plus exact, mais il n'est pas complet. Notre marge de gauche nous laisse bien voir vingt-cinq noms, totalement ou en partie; mais nous y trouvons en outre, en quatre endroits différents de la même marge, des traces du mot *seng*, « moine », suivies d'un espace libre. Le calque du P. Havrez nous permet de remplir la plupart des vides sur les deux côtés, de façon à ne laisser plus de doute sur l'identité du nombre de noms dans les sept séries et dans chacune d'elles, en chinois comme en syriaque. Nous pouvons donc dresser le tableau des noms chinois presque au complet. Nous marquons la place de chacun des blancs qui restent pour parfaire le nombre total des soixante-dix noms, nombre indiqué par toutes les anciennes relations. La lecture étant fixée autant qu'elle peut l'être, nous ajoutons les significations de ces noms religieux, comme ayant une grande importance pour l'interprétation du texte de l'inscription.

VII

1. Koang-te, « Vertu étendue », moine.
2. . . . . .
3. Fa-chenn, « Vigilant sur la Loi », moine.
4. . . . . .
5. Te-kien, « Édifice de vertu », moine.

VI

1. Tch'oung-te, « Vertu éminente », moine.
2. T'ai-houo, « Harmonie supérieure », id.
3. King-fou, « Félicité dans la Lumière », id.
4. Houo-koang, « Radiation de l'harmonie », id.
5. Tcheu-te, « Vertu culminante », id.
6. Foung-tchenn, « Professant la pure vérité », id.
7. Iuen-tsoung, « Reconnaissant l'Être premier », id.
8. Li-ioung, « Conduite utile », id.
9. Hiuen-te, « Vertu d'azur », id.
10. I-tsi, « Réglé dans la justice », id.
11. Tcheu-kien, « Ferme dans ses résolutions », id.
12. Pao-kouo, « Empire protégé », id.
13. Ming-i, « Unité en lumière », id.

V

1. Kiu-mouo, « Mortifié en tout », doyen d'âge.
2. King-toung, « Versé dans la lumière », moine.
3. Hiuen-lan, « Spectacle d'azur », id.
4. Pao-ling, « Influence précieuse », id.
5. Chenn-chenn, « Curieux et attentif », id.
6. Fa-iuen, « Production et source », id.
7. Li-penn, « Fondé en perfection », id.
8. Houo-ming, « Clarté de l'harmonie », id.
9. Koang-tcheng, « Correction de radiation », id.
10. Nei-tcheng, « Limpidité intérieure », id.
11. . . . . .

IV

1. King-tchenn, moine,
   « Vrai dans le respect ».
2. Hoan-leang, moine,
   « Retour au calme ».
3. Ling-cheou, moine,
   « Vieillesse influente ».
4. Ling-te, moine,
   « Vertu influente ».
5. Ing-te, moine,
   « Vertu abondante ».
6. Tch'oung-houo, moine,
   « Paisible en se remuant ».
7. Ing-hiu, moine,
   « Détaché dans l'abondance ».
8. P'ou-tsi, moine,
   « Ordre universel ».
9. Wenn-chouenn, moine,
   « Docile et obéissant ».
10. Koang-tsi, moine,
    « Ordre dans la radiation ».
11. Cheou-i, moine,
    « Unité observée ».

III

1. Kien-iou, moine,
   « Assistance surnaturelle ».
2. Iuen-i, moine,
   « Un comme sa source ».
3. King-te, moine,
   « Vertu dans le respect »
4. Li-kien, moine,
   « Voyant qui profite »
5. Ming-t'ai, moine,
   « En paix dans la clarté ».
6. Hiuen-tchenn, moine,
   « Vérité d'azur ».
7. Jenn-houei, moine,
   « Bienfaisance ».
8. Iao-iuen, moine,
   « Source éclatante ».
9. Tchao-te, moine,
   « Vertu qui éclaire ».
10. Wenn-ming, moine,
    « Clarté bien ordonnée ».
11. Wenn-tchenn, moine,
    « Vérité bien ordonnée ».
12. Kiu-sin, moine,
    « Foi constante ».
13. Lai-wei, moine,
    « Majesté à venir ».

II

1. Tch'oung-king, moine,
   « Respect d'adoration ».
2. Ien-houo, moine,
   « Harmonie propagée ».
3. . . . . .
4. . . . . .
5. . . . . .

6. Houei-t'oung, moine,
   « Pénétré de bienveillance ».

I

1. Iao-luenn, Bhadanta,
   « Cercle radieux ».
2. Jeu-tsin, moine,
   « Progrès solaire ».
3. Iao-iue, moine,
   « Grandeur de solitude ».
4. K'oang-K'ing, moine,
   « Ample bonheur intérieur ».
5. Houo-ki, moine,
   « Faveur de l'harmonie ».
6. Houei-ming, moine,
   « Clarté bienfaisante ».
7. Pao-ta, moine,
   « Précieuse pénétration ».
8. Fou-lin, moine,
   « Forêt qu'on expurge ».
9. . . . . .
10. . . . . .
11. Fou-cheou, moine,
    « Vieillesse heureuse ».

On le voit : tous les noms, sauf deux, sont précédés de la qualification de « moine » (en chinois *seng*). Le qualificatif, bouddhique d'origine et conservé chez les bouddhistes chinois jusqu'à nos jours, employé pour différentes catégories de personnes distinguées dans le syriaque, est caractéristique. S'il est appliqué plus ou moins improprement aux prédicateurs chrétiens, il faut bien pourtant que le choix du terme adopté par ces derniers ait eu sa raison d'être, et dans une certaine communauté de fond dans les idées, et dans une certaine ressemblance de pratiques religieuses, et dans une certaine faveur relative du bouddhisme en Chine. Qu'on ne s'y méprenne pas d'ailleurs, ce n'est pas d'un bouddhisme étroit, tout extérieur et franchement idolâtrique qu'il peut s'agir ici. L'inscription parle à plusieurs reprises des *Bhadanta,* et la marge de droite commence par le nom d'un *Ta-te,* mot chinois qui correspond au Bhadanta indien [1]. Le fameux voyageur chinois Hiuen-ts'ang, qui se rendit au VII[e] siècle de Chine dans l'Inde à la recherche de la vraie doctrine, dit des Bhadanta [2] : « Hommes de vertu éminente, embrassant toutes les règles des anciens et attachés à la doctrine traditionnelle. » On les recherchait partout, mais ils étaient rares, et le voyageur cite de grandes assemblées des bouddhistes où il n'avait pas été possible d'en trouver un seul. Il entendait dire qu'on les rencontrait autrefois surtout au Cachemire et au Magadha, qui en dépendait. Une antique race royale de l'Inde était venue de Chine; il y avait dans l'Inde un royaume de Tsinapati (du chef des Ts'in); tout le monde y connaissait le royaume de Maha-Tsina (le grand pays des Ts'in, ou de Chine), appelé également d'un nom plus nouveau Tsinestan ou « Séjour des Ts'in » [3]; chose plus curieuse,

[1] Voir W. Williams, *Syllabic Dictionary*.

[2] Selon la traduction de Stan. Julien, *Voyages des pèlerins bouddhistes*, vol. III, p. 47.

[3] Nom persan qui a succédé au nom sanscrit. Il est à remarquer que le nom de *Sères*, attribué communément en Europe, peut-être trop exclusivement, aux Chinois, a pu être donné à tous ceux de la même race qui ont habité l'Inde. σηρ signifie ver à soie. Anciennement, le centre de la culture du ver à soie était la ville de Khotan, en Chine; mais les vers à soie furent de bonne heure introduits dans l'Inde, où ils furent apportés par une princesse chinoise sous forme de *bombyx* dans la doublure de son chapeau. (Voir Stan. Julien, *op. cit.*)

il y avait dans l'Inde un royaume uniquement connu sous son nom chinois.

La nomenclature des moines est ainsi partagée dans les deux marges de l'inscription : à gauche, vingt-neuf noms, en *trois* séries; à droite, quarante et un noms, en *quatre* séries. Faut-il voir d'un côté des partisans de la doctrine du *Trine,* et de l'autre ceux des *quatre bras* de la croix, ayant d'ailleurs une signification analogue? Il serait intéressant de le rechercher. Il serait non moins intéressant d'examiner si les listes ne sont pas orientées, en ce sens que le côté de Siméon, « l'ancien de passage », représenterait les prédicateurs de l'Occident asiatique, et le côté de Iao-luenn « le Bhadanta », ceux de l'Orient. Quoi qu'il en soit, le nombre total des séries est de sept, nombre sacré de la doctrine du « un en sept », comme de celle des bouddhistes du mont Mérou, dans l'Himalaya, comme des présents moines chrétiens qui ont sept heures canoniales, comme de l'empereur chinois T'ai-tsoung qui établit par décret impérial un couvent de vingt et un moines (7×3), à Si-ngan-fou. Le nombre total des noms est ici de soixante-dix (soit 7×10); la chose est digne de remarque.

Si la présence et la composition des listes révèlent une certaine unité, elles n'excluent pas la variété, que nous remarquons dans les nombreuses significations des noms chinois, noms religieux, ayant trait à la religion, les uns d'une manière générale, les autres en en marquant un caractère particulier, d'origine, de vues, de rites, de vertu spéciale à laquelle on s'attache particulièrement. Il y a là un sujet d'étude pour les sinologues. Remarquons seulement que les expressions usitées en Chine chez les taoïstes sont loin d'y faire défaut, aussi bien que dans l'inscription elle-même. Citons en preuve un seul mot, *houo,* « harmonie », qui forme le nom des *Houo-chang,* ou bonzes semi-taoïstes, connus en Chine jusqu'aujourd'hui.

Aussi nous estimons que ce serait une besogne parfaitement oiseuse, en contradiction flagrante avec l'esprit général du monument tout entier, que d'essayer de dégager de l'inscription un sens exclusivement chrétien, exclusivement bouddhiste ou exclusivement taoïste. Ce sont les points de contact de ces trois éléments qu'il faut chercher. Nous ne prétendons pas qu'ils soient faciles à trouver; mais, si c'est le seul moyen d'arriver à une interprétation rationnelle, nous croyons qu'il ne faut pas renoncer à le tenter.

L'entreprise ne peut pas précisément être taxée de témérité. Le P. Gaillard [1] dit que le taoïsme n'est que le bouddhisme habillé à la chinoise. Pauthier [2] trouve l'inscription plutôt bouddhiste. J. Legge [3] la trouve plutôt taoïste. Tout le monde connaît la ressemblance frappante qui existe entre le christianisme et le bouddhisme pour les ornements sacrés et les objets du culte [4]. Le Dr Eitel, un protestant, va jusqu'à dire que le bouddhisme est plagiaire du christianisme [5]. Il nous sera au moins permis après cela d'examiner, d'après les documents chinois, si ces diverses doctrines ne proviennent pas d'un fond commun [6].

L'examen doit s'appuyer sur l'histoire religieuse contemporaine, en ce qui concerne notre inscription. Voyons s'il y a moyen d'y faire surnager, sur l'océan des péripéties politiques, la vérité religieuse, toujours plus tenace que les règnes les mieux établis et que les plus longues dynasties.

Un coup d'œil d'histoire religieuse de la dynastie des T'ang.

Avant de montrer l'influence religieuse de l'élément étranger sous la dynastie des T'ang, il est bon de donner une idée générale des circonstances politiques au milieu desquelles cette influence s'est fait jour. Pour plus de facilité, nous grouperons les faits religieux à côté des faits politiques dans un tableau synoptique. Quoique la dynastie des T'ang ait régné deux cent quatre-vingt-sept ans, sous vingt empereurs, nous nous arrêterons au neuvième empereur et à la date du monument.

Plusieurs historiens, même chinois, placent l'inauguration de la dynastie à l'an 620. C'est la date de l'établissement de la cour à Tchang-ngan

1 Dans les *Variétés sinologiques*.

2 *Monument de Si-ngan-fou*.

3 *Christianity in China*.

4 Voir Huc, *Le christianisme en Chine*.

5 *Three lectures on Buddhism*, 2e édit. Hong-kong, 1873.

6 J. Legge admet, après bien d'autres auteurs, que le christianisme existait au Thibet dès le Ier siècle de notre ère. Voir plus loin les observations de Mgr Lamy.

(Si-ngan-fou); mais l'avènement de l'empereur Kao-tsou eut lieu à Lo-iang (au Ho-nan) en 618, et l'histoire chinoise de l'époque signale deux capitales : celle de l'est, Lo-iang, et celle de l'ouest, Tchang-ngan. Celle-ci devint bientôt la principale et puis l'unique capitale. C'est que les T'ang étaient de la race des Ts'in, tandis que les princes de Lo-iang étaient de la race des Tcheou. Il s'ensuivait un antagonisme, tantôt secret, tantôt déclaré, qui aboutit plus d'une fois à une révolution ouverte contre la dynastie régnante. La plus célèbre révolte fut celle de Ngan-lou-chan; elle se termina par le siège fameux de Lo-iang, l'incendie de la capitale orientale et la destruction de la Bibliothèque, vrai trésor qui renfermait plus de huit mille volumes de la littérature religieuse datant de la dynastie des Souei. C'est à la suite de cet événement que les T'ang commencèrent une nouvelle collection de livres au Palais des livres traduits. De nombreux voyageurs se rendirent dans l'Inde; on accueillit en Chine tous les docteurs de l'Occident, y compris les charlatans. On fit rechercher partout des livres, sans se garder toujours suffisamment des faussaires, qui livraient leurs élucubrations à prix d'argent. En même temps, le mahométisme faisait invasion en Chine et établissait, dès la première moitié du VII[e] siècle, une mosquée à Si-ngan-fou.

Donnons d'abord la succession des empereurs à Si-ngan-fou, selon l'histoire chinoise. Les renseignements sur les religions indigènes seront rapportés aux dates fournies pour le Tsi-chouo-ts'iuen-tchenn; ceux sur le christianisme, à celles du T'ang-king-kiao et de divers auteurs européens.

1. Kao-tsou. Adoucit les supplices et diminue les impôts. 618	Après examen du bouddhisme et du taoïsme, suppression des bonzes et des tao-cheu (620).	Apparition de Lao-tzeu; on lui élève un temple au Chen-si (620).	Après le siège de Lo-iang, incendie des livres (621).	Ambassade du roi de Samarkand.
2. T'ai-tsoung. Prudent, frugal et ami des lettres. 627	Un permis est requis pour se faire bonze.	Taoïsme éclipsé (626). L'empereur envoie chercher dans l'Inde l'élixir d'immortalité.	Les cinq canoniques sont corrigés.	Ambassades d'Aksou, Khara-char, Khotan, Kachegar. Arrivée d'Olopenn (635). Ambassade du roi de Perse. Edit en faveur de la religion chrétienne (638). Ambassade du Magadha (641). Présents du roi de Fou-lin (643).
3. Kao-tsoung. Fils du précédent, esclave de Ou-cheu, la concubine de son père. 650	Bouddha retrouvé dans une statue enfouie par supercherie.	Un magicien indien arrive à Si-ngan-fou (650). Discussion de la religion Hou; elle est condamnée (668).		Partout des monastères chrétiens (651). Le roi de Khotan et Phirouz, roi de Perse en Chine (674). Phirouz nommé capitaine des gardes (679). Meurt. Son fils, reconnu, retourne en Perse.
Ou-hou usurpe le pouvoir. Changeante et cruelle, mais lettrée. 684	Bouddhisme en faveur.			Ou-hou nomme un roi à Khotan (691). Persécution bouddhiste contre les chrétiens (699).
4. Tchoung-tsoung. Fils du précédent, dissolu. Meurt empoisonné. 705	Temples bouddhiques dans toutes les villes importantes.	Un docteur de la Parthide est en faveur.		Le roi de Perse revient à Si-ngan-fou; il y meurt.
5. Jouei-tsoung. Frère du précédent. Cède le trône à son second fils. 710		Taoïsme à la cour. 1,687 monastères taoïstes dans l'empire.		Persécution des confucianistes contre les chrétiens (712).
6. Hiuen-tsoung. Fils du précédent, restaure l'Empire, puis est obligé de prendre la fuite (devant le min. révolté Ngan-lou-chan, et malgré le secours du roi de Khotan, 755). 714	Année de disette. Il est interdit de se faire bonze. Images intronisées au palais dit : Hing-K'ing-Koung (741).		Livres détruits par Ngan-lou-chan.	Christianisme répandu. Ambassade des peuples du Cachemyre. Le roi de Fergana est rétabli, contre les Thibétains (716). Les Arabes se soumettent, puis excitent une révolte; sont battus. Edit imposant au christianisme le nom de religion de Ta-ts'in (745).
7. Sou-tsoung. Fils du précédent. Défait les rebelles et rappelle son père. 757	Bouddhisme au Palais.	Edit permettant de bâtir des monastères taoïstes. Bientôt rapporté.		Monastères rétablis. Incendie de Canton par les Arabes et les Perses (758).
8. Tai-tsoung. Fils du précédent. Est scalpé par les Tartares (Bouroutes, habitant entre le Thibet et le nord de l'Inde). 764			Miao-fa est chargé de rechercher partout les livres (qu'on achète cher et sans choix).	
9. Te-tsoung. Fils du précédent. Timide et soupçonneux. 780				Érection du monument de Si ngan-fou.

Il est utile de justifier ici l'esprit d'éclectisme qui a présidé à la rédaction de notre inscription et qui peut seul expliquer le succès des prédicateurs de la religion lumineuse de Ta-Ts'in. Il ne sera pas mauvais de dire un mot de sa source lointaine avant de donner une esquisse du chaos religieux qui régnait sous les T'ang, malgré un fond commun de doctrine dont nous admirons la conservation.

L'histoire chinoise nous apprend que dès 909 av. J.-C., il existait une principauté des Ts'in, établie à Ts'in-chouei (du Kan-sou actuel). De 249 à 206, ils régnèrent en Chine. Ce règne éphémère fut défiguré par *Ts'in cheu hoang ti*. C'est la violente opposition de cet empereur aux théories apportées par les Tcheou qui lui dicta l'ordre insensé de brûler les livres et de lapider les lettrés confucéens. On le sait, c'est ce même empereur qui fit construire la Grande Muraille, afin, dit le Ti-iu t'eou-k'ao, d'empêcher son peuple de quitter sa patrie adoptive pour retourner vers le Nord (sans doute sur les rives occidentales de la mer Caspienne).

Confucius (né en 550 av. J.-C.) se rendit en Occident auprès de Lao-tzeu et tomba en admiration devant sa doctrine : « J'ai vu, disait-il, j'ai vu le Dragon. » Or, Lao-tzeu avait lui-même puisé sa doctrine en Occident. Après s'être rendu dans l'Inde, au royaume qui vit naître Fô (Bouddha), il avait, dans un deuxième voyage, rencontré sur sa route (au Kan-sou) *In-hi*. Ayant admiré sa doctrine, il voulut faire avec lui un autre voyage en Occident, au royaume de Ngan-si [1]. Et ce Ngan-si n'est autre que Séleucie-Ctésiphon, ville située à 1075 lieues de Tchang-ngan, à l'occident des monts Tsoung-ling (ou Bolor). Ainsi porte l'histoire ou la légende chinoise.

Après l'incendie des livres ordonné par Ts'in-cheu-hoang, Seu-ma-ts'ien, le plus célèbre des historiens chinois, se déclarait découragé de ce qu'on ne s'entendit même plus sur les principes religieux fondamentaux [2]. Quelques années avant J.-C., Tchang-kien, le plus fameux voyageur de la Chine, fut envoyé en Occident. Il apprit qu'il y avait au royaume de T'ien-tchou (Inde) une religion de Bouddha [3].

[1] Les deux caractères de *Si-ngan* intervertis.

[2] Voir le *Tsi-chouo-ts'iuen-tchenn*.

[3] Dont on avait entendu parler un peu plus de deux siècles avant l'ère chrétienne, mais qui n'avait pas alors pris pied en Chine.

L'an 1 av. J.-C., d'après le *Tsi-chouo-ts'iuen-tchenn,* le savant Ts'in-king [1] fut proclamé roi de Ta-iue-cheu (Bactriane, selon Klaproth). Il envoya In-tsouenn réciter les livres bouddhiques, dont on entendit ainsi parler pour la première fois en Chine [2]. C'est à partir de ce moment qu'on y introduisit les livres et les images.

L'an 62 ap. J.-C., l'empereur Hiao-ming-ti des Han vit en songe un homme d'or parcourant le palais en volant. Un ministre, Fou-i [3], reconnut qu'il s'agissait de Fô (Bouddha). L'empereur envoya un haut fonctionnaire, Ts'ai-in, avec Ts'in-king au T'ien-tchou (Inde) pour le chercher. Les envoyés impériaux trouvèrent quarante-deux livres de Fô et une idole de Çakya debout, et s'en retournèrent en Orient, à Lo-iang, avec les *chamans* Nie-mo-t'eng et Tchou-fa-lan. L'empereur bâtit une bonzerie à l'ouest de la ville de Lo-iang. Les *chamans* traduisent et enseignent la doctrine, la Chine commence à devenir bouddhiste. En 190, le peuple se met à réciter en public les prières bouddhiques; plus de cinq mille familles embrassent cette religion. En 221, les Chinois commencent à observer les *abstinences* (de la loi bouddhique) et à se raser la tête pour se faire bonzes. En 265, le *chaman* Tchou-fa-houo arrive à Lo-i (Lo-iang). Il y traduit un nombre infini de livres bouddhiques. Au bout de peu d'années, il y a, à Lo-iang seul, quarante-deux temples bouddhiques. De là le bouddhisme se répandit vers l'Orient, où il gagna peu à peu du terrain. En 328, le *chaman* indien Fô-t'eou-tch'eng vint dans la province actuelle de Péking. Un *chaman* de Tchang-ngan y fut son disciple; ensemble ils formèrent une école, qui propagea le bouddhisme partout. En 335, on vit les premiers bonzes indigènes. A la suite de quelques abus, un ministre fit observer à l'empereur que l'on ferait bien de renvoyer à l'ouest, dans le pays d'où ils étaient venus, ces *chamans* recruteurs de moines. En 357, l'empereur appelle de l'Inde le bonze K'iou-mo-lo-cheu et compose avec lui des livres bouddhiques. Le bouddhisme est désormais fort répandu en Chine. En 483,

[1] Les deux caractères employés dans l'inscription pour désigner la religion chrétienne.

[2] N. B. *Des livres,* mais non de l'existence du bouddhisme, religion à l'*homme d'or*.

[3] Plus loin, un ministre du même nom sous les T'ang.

nous voyons le *chaman* Fa-hien [1] mis, avec Hiuen-chenn, à la tête du bouddhisme dans l'empire.

De 502 à 557, période de vrai fanatisme : on ne se contente plus de jeûnes et d'abstinences; on se pique jusqu'au sang; les *chamans* se déchirent les chairs avec des pointes de fer, allument des milliers de lampes et restent assis sans mouvement des jours et des nuits, tout cela pour honorer Bouddha.

La dynastie des Tcheou du nord causa une réaction. En 561, l'empereur Ou-ti classa ainsi les religions, par ordre de dignité : confucianisme, taoïsme, bouddhisme. Le bouddhisme avait le dernier rang. En 574, le bouddhisme et le taoïsme furent prohibés; on brûla les livres et les images; on sécularisa les *chamans* et les *Tao-cheu* (moines du Tao).

Mais sous les Souei, en 587, l'empereur Wenn-ti permit de rouvrir les bonzeries; il leur accordait même des contributions pour la multiplication des livres et des images. Les livres bouddhiques devinrent bientôt cent fois plus nombreux que les six livres canoniques. En 605, l'empereur T'ang-ti réunit dans son palais les bonzes et les *Tao-cheu,* qu'il admettait à sa table.

En 620, la dynastie des T'ang occupait le pouvoir. Le bouddhisme et le taoïsme étaient confondus comme religions identiques. Le livre « Confucianisme et bouddhisme comparés » fut placé dans la Bibliothèque impériale. Le chef du tribunal historique avait invité Fou-i à le revoir. Le ministre avait engagé l'empereur à en retirer le bouddhisme, « cette religion venue de l'Occident, d'un pays aussi éloigné de la Chine par sa position géographique que par l'étrangeté de son langage. Les Han, en expliquant les livres *Hou* (des Oïgours) rougirent de leur absurdité. Les bonzes sont soustraits à la vie publique et les bonzeries sont peuplées de transfuges des corvées. » Le livre prit place à la Bibliothèque; mais l'empereur donna ordre de supprimer tous les bonzes et les *Tao-cheu.*

Au commencement du règne de T'ai-tsoung [2], pendant la période Tchang-

[1] Voir son histoire par A. Rémusat.

[2] Ne pas confondre T'ai-tsoung avec Tai-tsoung.

kouan [1], en 627, il y a peine de mort contre quiconque se fait *bonze* (on n'ajoute pas Tao-cheu) sans une autorisation préalable.

En 639 vint un bonze de l'Occident, dont les imprécations donnaient la mort et dont les prières rappelaient à la vie, à ce qu'il disait. On en fit à la cour une expérience qui réussit. On en avisa le ministre Fou-i : « Maléfices que tout cela, fit-il; j'ai toujours ouï dire que les maléfices n'ont pas de prise sur les hommes droits. » L'empereur fit faire des imprécations à l'adresse de Fou-i. Celui-ci n'en éprouva aucun mal; au contraire, le bonze tomba sans connaissance et ne revint plus à lui.

La première année de Kao-tsoung (650), un habitant du Chen-si enfouit une statue de cuivre, représentant Bouddha. Quand les herbes croissantes eurent recouvert la cachette, il dit aux paysans de l'endroit : « Ici, j'ai vu apparaître souvent l'éclat de Fô. » Bientôt il y eut affluence de pèlerins; mais ces derniers ne tardèrent pas à tramer une révolte, qui, heureusement, fut comprimée. C'est alors que Ti-jenn-ki, gouverneur du Kiang-nan, obtint de l'empereur la permission de détruire, au pays de Ou (Tcheu-kiang) et au pays de Tchou (Hou-koang), dix-sept cents endroits où l'on faisait des sacrifices impurs.

A l'avènement de l'usurpatrice Ou-hou (684), le bonze Houai-i se mit dans son intimité, obtint le titre de prince et rassembla une foule de jeunes gens sans ressources pour en faire des bonzes. Il y eut des désordres nombreux, contre lesquels personne n'osa protester. Le bonze Fa-ming, de Houo-tcheou (au Ngan-houei), proclama l'impératrice « descendue de Milfô et régnant par la grâce de Bouddha ». De ce moment, Ou-hou orna magnifiquement tous les temples bouddhiques. On cite trois ministres qui lui firent des représentations, dont le fameux Ti-jenn-ki. L'impératrice lui répondit : « Je regarde toutes les religions comme bonnes; pourquoi les mettre en opposition? » Et elle le destitua.

Tchoung-tsoung (705) fit établir un temple dans chaque ville chef-lieu de district. Les bonzes se multiplièrent et les aumônes vinrent en abondance. Trois des grands de l'empire firent successivement entendre leurs

[1] Celle qui vit paraître Olopenn.

doléances. Écoutons l'un d'eux : « On dirait que les bonzeries ne vident pas assez vite nos greniers. Trop de bonzeries, en vérité! Suffit-il de l'*exercice de la compassion* pour payer nos dépenses et nos dettes? » On fit la sourde oreille et les choses marchèrent comme auparavant.

La deuxième année de Hiuen-tsoung fut une année de disette (714). Néanmoins on continuait à bâtir force pagodes; on se faisait bonze à l'envi. Cette fois, lao-tch'oung obtint un édit qui dispersa plus de douze mille bonzes. On interdit de construire des temples et de fondre des statues de Bouddha; les bons rapports cessèrent entre mandarins et bonzes, et ceux-ci dépendirent de ceux-là par la nécessité d'un permis d'enrôlement.

Sou-tsoung (757) fit de son palais le centre du culte bouddhique[1], auquel il attacha tous les siens. Tchang-hao lui disait : « Je n'ai jamais entendu dire que nourrir des bonzes fût un moyen de procurer la paix de l'empire. » Il ne fut pas écouté [2].

Ici se place un espace d'un grand demi-siècle, où l'histoire chinoise ne note aucune particularité remarquable concernant l'histoire du bouddhisme en Chine; on le sait, c'est la période où fut élevé notre monument.

A partir de 819, date de l'arrivée des ossements de Bouddha, grande recrudescence du bouddhisme. Un relevé de 839 constate l'existence de quarante-quatre mille six cents bonzeries et de vingt-six mille cinq cents bonzes.

En 845, on est las. Un édit ordonne de ne laisser que deux bonzeries, de trente bonzes chacune, dans chaque ville principale, et une seule dans chaque ville de frontière. Les bonzeries sont divisées en trois catégories [3]. Les bonzes sécularisés reçoivent des emplois, en compensation de la perte de leurs biens, meubles et immeubles, devenus propriété de l'État. Les bâtiments désaffectés deviennent des édifices publics et des relais de poste. Les statues de cuivre et les cloches sont fondues en monnaie. 4,600 pagodes disparaissent; 260,500 bonzes sont laïcisés; 16 millions d'hectares de terre et 150,000 esclaves passent à l'État.

[1] Qu'il nomme pourtant *Tao*.

[2] Les détails qui précèdent sont extraits, en traduction presque littérale, du *Tsi-chouo-ts'iuen-tchenn*. Leur exactitude se confirme par la citation suivante, conforme à ce que Pauthier et Legge ont puisé dans d'autres livres.

[3] Probablement de *Ta-Ts'in*, de *Hou* et de *Pi*, comme il a été dit plus haut.

Deux ans après, ministres et mandarins enfreignent la défense; il y a des bonzes partout, comme auparavant [1].

On le voit, si la vie monastique était en honneur sous les T'ang, il y avait des monastères de plusieurs sortes; le taoïsme aussi bien que le bouddhisme prêchait et pratiquait cette institution, mais l'une et l'autre de ces deux religions chinoises en rapportaient l'origine à l'Occident. Dans la faveur impériale et dans la persécution officielle, elles furent souvent confondues. Il est parfois difficile de dire si les mots « pagodes » et « bonzes » s'appliquent à l'une ou à l'autre. Les mots « Voie » et « Loi » ne sont pas toujours employés dans un sens exclusif.

Nous pourrions donner, toujours d'après le *Tsi-chouo-ts'iuenn-tchenn*, l'histoire complète du taoïsme en Chine. Contentons-nous de quelques citations, d'où il résultera à l'évidence que, dans son ensemble, la dynastie des T'ang fut éminemment taoïste, comme Legge l'a écrit avec raison.

On rapporte ordinairement l'origine du taoïsme à Lao-tzeu; mais il est reconnu que les cinq mille aphorismes du Tao-te-king ne constituaient pas originairement un système religieux. La religion du Tao ne fut établie que sous les Wei septentrionaux, exactement en 424 de notre ère. *Elle fut en grande faveur sous les T'ang et s'étendit jusqu'au Kiang-si.* Son organisation ne daterait que de 1016, sous la dynastie des Soung. En tout cas, les docteurs de Fang [2] l'introduisirent en s'abritant sous le nom de Lao-tzeu et en accréditant la fable que Hoang-ti, le premier empereur (mythologique) de la Chine, prit le Tan-i (de l'immortalité) et monta *dans la lumière* sur les ailes du Dragon [3].

Leang Ou-ti honora Lao-tzeu dans un palais élevé en son honneur (554).

Mais la dynastie taoïste par excellence fut celle des T'ang. La troisième année de Kao-tsou (620), un homme du Chen-si affirma avoir vu sur le mont Iang-kio (au Chan-si) son père Lao-tzeu *en habits blancs*. Kao-tsou le

[1] *Tsi-chouo-ts'iuen-tchenn*, vol. T'i-iao.

[2] Le *Fang* et le *Hao*, cités tous deux dans l'inscription, sont deux pays du nord. (Voir *Cheu Siao-ia.*)

[3] L'inscription renferme une allusion très claire à cette légende que nous rapporterons en son lieu.

crut et fit bâtir un temple en cet endroit. Dès lors, la « Loi » (*Fa,* notez le mot) de Lao-tzeu prit un nouvel essor. Elle s'éclipsa en 626, mais pour reparaître bientôt.

En 627, T'ai-tsoung reçut Cha-p'o-tchouang [1], docteur Fang [2], venu du royaume de T'ien-tchou (Inde). Ce docteur prétendait pouvoir livrer le secret de l'immortalité, connu en Occident. L'empereur l'envoya au royaume de *P'o-lo-menn* [3] pour y chercher l'herbe qui devait fournir la liqueur. Il en revint sans l'avoir trouvée.

En 650, Kao-tsoung monta sur le trône. Cha-p'o-tchouang étant revenu à la capitale, l'empereur le fit mander; puis, s'adressant à ses conseillers : « Cet homme me dit : Lorsque la médecine est prête, celui qui veut l'absorber doit d'abord s'abstenir de toute nourriture trois jours durant, prendre un vomitif et faire un nouveau jeûne, avant de prendre la potion. C'est exténuer quelqu'un, sous prétexte de médication; c'est attendre qu'il n'ait plus que les os et la peau, avant de le déclarer capable d'immortalité. J'ai beau parcourir tous nos livres, je n'y trouve nulle part qu'il soit question d'immortalité. Autrefois, Ts'in-cheu-hoang et Han-ou-ti l'ont cherchée; ils sont morts sans l'avoir trouvée. S'il en est d'autres qui aient mieux réussi, où sont-ils maintenant? » Li-k'iao répondit : « Cet homme est revenu lui-même complètement émacié, la barbe blanche, tout changé; comment pourrait-il vivre toujours? » Cha-p'o-tchouang mourut, malgré sa précieuse recette.

La première année de Ts'oung-tchang (668), ordre fut donné aux bonzes et aux Tao-cheu de se réunir au Pe-fou-kien (Palais des cent félicités), à l'effet de décider de la valeur des Houa-hou-king. Le bonze Fa-ming prit la parole et montra que « le taoïsme, religion étrangère, a traduit sa doctrine en chinois on ne sait sous quelle dynastie; mais que, depuis qu'il a été propagé en Chine, il n'a jamais produit l'immortalité ». L'empereur

[1] Trad. : « En parfait état à force de se mortifier. »

[2] Ici, Fang est qualificatif de la doctrine. (Voir plus haut, Kin-fang.)

[3] Brahman, dit Stan. Julien, après Klaproth et Rémusat. Capitale d'un royaume situé à plusieurs centaines de lieues sud-est du royaume de Iue-cheu (des Gètes, sur les bords du lac Aral).

fit brûler tous les exemplaires du livre qui se trouvaient dans l'empire. Plus tard, le même empereur, plus soucieux de vivre que de rester conséquent, prit l'élixir d'immortalité que lui présentait un magicien étranger. Son ministre Ho-tch'ou-suenn lui en fit des reproches : « La durée de l'existence, dit-il, relève du destin, et non de la médecine. Vers la fin de son règne, Tcheng-kouan, votre prédécesseur, prit la potion de Cha-p'o-tchouang. Il se trouva si mal de sa *transformation* qu'il mit aux abois les plus célèbres médecins, fut bien près de mourir et dut intervenir personnellement pour empêcher qu'on ne fit un mauvais parti au docteur immortel. Et il y avait alors à la cour, non pas un, mais trois chefs-magiciens attitrés! »

Sous Tchoung-tsoung (705), nouvelle influence de deux docteurs Fang; sous Jouei-tsoung (710), on en retrouve un troisième; tous trois se font bien recevoir à titre de magiciens, obtiennent des charges publiques et bâtissent force couvents. Il y avait alors en Chine 1687 monastères du Tao. L'empereur Jouei-tsoung [1] oubliait manifestement la représentation suivante, reçue naguère de la part de Sin-t'i-fou : « T'ai-tsoung mit de l'ordre dans l'empire en révolte. De la base au sommet, il construisit l'édifice de votre dynastie. Il usa sagement du pouvoir et sut ménager ses ressources. Il n'éleva guère de temples taoïstes, et néanmoins il jouit du bonheur; il n'établit guère de bonzes et de bonzesses, et cependant il n'eut pas de malheur. Il régna longtemps et eut une réputation inouïe. Pourquoi ne l'imitez-vous pas? Tchoung-tsoung, au contraire, gaspillant le patrimoine de ses aïeux et dénaturant la signification des temples chinois, donna des emplois à des milliers de gens incapables, conféra des titres à plus de cent familles sans mérite, ne cessa de bâtir des pagodes et d'y établir des gens en foule. Il prit la nourriture du peuple pour en rassasier des moines connus seulement par leur avidité. Il dépouilla le peuple de ses vêtements pour faire des statues de terre et de bois. Les hommes se plaignaient; les Esprits étaient irrités; la multitude était en révolte, et sa propre famille s'éloigna de lui. Son règne n'eut pas de durée; les malheurs fondirent sur lui. N'est-ce pas assez pour vous convaincre et vous ramener à résí-

[1] Surnommé King-iun (du *King*, « lumineux », de l'inscription).

piscence? » L'empereur ne l'écouta pas, non plus que cinq autres grands, qui lui firent à leur tour les représentations les plus pressantes.

Hiuen-tsoung (713) se montra, s'il se peut, encore plus fervent partisan de Lao-tzeu. Il ordonna que dans chaque famille, lettrée ou non, on gardât un exemplaire du Tao-te-king. Il ajouta à la matière des examens publics [1] un ou deux sujets tirés du livre de Lao-tzeu. Plusieurs fois il affirma avoir vu en songe Lao-kiun, qui lui avait indiqué l'endroit où son image était cachée. Il la fit chercher (en 741); on la trouva effectivement à Tcheou-ou (ville dépendant de Si-ngan-fou). L'empereur alla à sa rencontre et la fit placer au Hing-king-koung (Palais de la Félicité, — mentionné dans notre inscription). Un peu plus tard, il eut pourtant une singulière aventure. Un autre charlatan le décida à envoyer au Chan-toung chercher l'amulette précieuse. On la lui rapporta triomphalement. Mais Wang-tchouei, gouverneur de la capitale de l'Est (Lo-iang), connaissant la supercherie, institua une enquête officielle et fit un coup d'État : en guise de jugement, il avala l'amulette. L'empereur le sut, mais comment punir un homme désormais assuré de l'immortalité? Il garda le silence.

Au commencement du règne du Tai-tsoung, ou Kouang-te (763), le magicien Li-kouo-tcheng demanda et obtint de bâtir des temples au Ciel, à la Terre, aux trois Hoang et à Fou-hi. Leang-tchenn représenta à l'empereur : « Ne faites pas cela; ce n'est pas conforme aux livres. Si l'on sacrifie à la Terre comme source première des êtres, le Ciel en sera mécontent. » Pour le coup, on l'écouta.

Dépassons un peu la date de notre monument, pour rapporter un détail curieux. En 811, l'empereur Hien-tsoung (Iuen-houo) prêche lui-même la religion taoïste devant sa cour. En 818, il fait venir un nouveau docteur Fang. Celui-ci prétendit trouver l'herbe de l'immortalité au Tcheu-kiang, à *T'ai-tcheou* [2]. Il chercha plus d'un an, sans la trouver; il se sauva en fuyant vers les montagnes [3].

On nous pardonnera d'avoir insisté si longuement sur ces détails, tirés

[1] Du baccalauréat.

[2] La même ville où résidait le gouverneur Liu-siou-ien au temps de l'inscription.

[3] Du *Tsi-chouo-ts'iuen-tchenn*.

des auteurs chinois; nous avons cru que c'est à eux avant tout qu'il en faut demander, au sujet de l'histoire politique et religieuse de leur pays. Il sera plus facile après cela de contrôler les renseignements et appréciations des écrivains occidentaux. Connaissant le fond sur lequel notre inscription va se détacher, nous pourrons mieux en apprécier la portée et en fixer la signification.

Il nous reste à dire un mot de la date de l'érection, telle qu'elle est marquée en chinois. Les indications en sont si précises et si conformes à celles du syriaque qu'elles suffisent à constituer un certificat d'authenticité.

« Érigé la deuxième année de Kien-tchoung, empereur des Grands T'ang, au Tso-io du cycle des années, au mois Tai-tsou, septième jour (dimanche), jour de la solennité des Grands Hosanna. »

« Étant pour lors Maître de la Loi, le moine Ning-chou (Anan-Jesu), chargé de l'Église Lumineuse des régions orientales de Fang. »

La deuxième année de Kien-tchoung, surnommé Te-tsoung, est 781, cet empereur étant monté sur le trône en 780, selon les historiens chinois.

L'année était alors dans le Tso-io. On sait que chaque année du cycle chinois se marque par la juxtaposition régulière de deux caractères. Ces caractères sont pris successivement dans deux séries fixes, comprenant l'une dix et l'autre douze signes, les mêmes signes revenant ensemble chaque 60e année. *Iou* est le dixième signe de la série de douze. Chaque année où ce caractère se présente en seconde ligne dans la combinaison, s'appelle année du *Tso-io*. On voit que le cas se présente cinq fois dans chaque cycle, savoir aux années 10e, 22e, 34e, 46e, 58e. Celle de l'inscription ne peut être que la 58e du cycle, l'année marquée *Sin-iou*, laquelle correspond à 781 de notre ère. Cette date ne saurait être mise en discussion, à moins de mettre en défaut toute la chronologie chinoise, la plus ancienne et la plus exacte qui existe.

Le mois est aussi précisé : c'est le *Tai-tsou*. On nomme Tai-tsou (grande pousse) « le mois où le soleil commence à donner une chaleur plus forte, où les vers à soie commencent à faire leurs cocons. Le caractère *tsou* s'écrit sous le radical *bambou* (pousses de bambou), parce que ce mois est celui du renouveau dans la nature. » (*Dict. de K'ang-hi.*)

C'est le *printemps* qui est ici indiqué, le commencement de la bonne saison. Dire, comme plusieurs auteurs européens, que c'est *le premier mois de l'année,* c'est déjà se tromper par rapport au calendrier chinois *actuel,* qui place le renouvellement de l'année luni-solaire en février; mais c'est se tromper plus encore par rapport au calendrier des T'ang, qui fixait le nouvel an au solstice d'hiver, à l'entrée du soleil dans le signe du Capricorne. Nous ne saurions, en conséquence, nous rallier ici à la traduction de J. Legge, malgré la haute estime que nous avons pour les connaissances sinologiques du savant professeur de l'Université d'Oxford : « le premier mois. »

Le mot serait exact, si l'on y ajoutait « du printemps »; seulement l'expression ne correspondrait pas au chinois. Il y a ici une confusion que nous serions tenté d'attribuer à Wells Williams. Nous lisons, en effet, dans son *Syllabic Dictionary : « Ts'ou,* sorte de chalumeau dont on jouait *au premier mois* en signe de réjouissance. » Mais il oublie qu'il a écrit plus haut, dans le même article : « *Ts'ou,* reprendre vie. » Il est vrai que les Chinois *mènent la vie,* à l'occasion du nouvel an, et il suffit d'avoir habité la Chine pour savoir jusqu'à quel point ils le font; il n'en est pas moins certain que le sens propre, le seul ici applicable, c'est le renouveau de la nature, dont les étapes annuelles fixent les saisons.

L'indication du jour vient confirmer celle du mois. C'était un septième jour, c'est-à-dire un *dimanche,* comme Legge le dit bien, conformément à ce qui suit, conformément aussi à ce qui est dit dans l'inscription : « un sacrifice chaque septième jour. »

Ce dimanche avait un nom particulier : c'était le *dimanche des Grands Hosanna.* Chez les chrétiens orientaux de langue chaldéenne, il y avait une « semaine des Grands Hosanna » : c'était la semaine des Rameaux; il y avait aussi la « solennité des Grands Hosanna » : c'était le dimanche des Rameaux. Or le dimanche des Rameaux de l'an 781 était le 8 avril, l'épacte de l'année étant 22.

Nous regardons donc le 8 avril 781 comme la date exacte de l'érection du monument dont nous allons aborder l'interprétation.

TROISIÈME PARTIE.

LA TRADUCTION.

Argument.

PREMIÈRE PARTIE. — *La religion et sa propagation en Chine.*

I. LA RELIGION. — 1. Aloha, Dieu personnel, reconnu par l'antiquité comme immatériel et éternel, comme créateur et modérateur universel, sous le nom de Trine admirable.

2. Notion exacte de la création. Dieu, centre de la croix (c'est-à-dire de tout), souffle qui produit par action et réaction, auteur constant des rapports et des successions.

3. L'homme créé à l'état parfait, roi de la création.

4. Tentations de Satan, cause de la déchéance de la nature humaine.

5. Erreurs multiples, théoriques et pratiques, découlant de la perte de la notion juste de la création.

6. Ce que fut le Messie, né en Judée. Les Perses, guidés par une étoile, viennent adorer le Prince de la Lumière.

7. Le rôle du Messie, auteur de la Loi nouvelle, justifie son nom de Soleil de Lumière, donnant à tout clarté et vie.

8. Les moyens et les signes de la vie spirituelle dans la religion nouvelle; sa perfection et ses pratiques.

II. PROPAGATION. — 1. Alopenn reçu à Tchang-ngan (Si-ngan-fou) par un grand ministre de l'empereur T'ai-tsoung (635). Édit en faveur de la religion chrétienne (638) et fondation à la capitale d'un monastère de Ta-Ts'in. Ce qu'était le Ta-Ts'in, d'après les livres chinois du commencement du III^e^ siècle.

2. Progrès du christianisme en Chine sous Kao-tsoung (depuis 651). Des monastères sont bâtis par l'empereur dans tous les districts; la religion

pénètre partout. Contradictions de la part des bouddhistes (699) et des confucianistes (712). Des Arath, des Badhanta, de concert avec de nobles continuateurs du Mode d'or, renouent les anciennes traditions.

3. Hiuen-tsoung (depuis 714) opère une restauration de la religion et le relèvement des monastères en envoyant les cinq rois sous la conduite de Ning-kouo, aux Demeures de la Félicité. Honneurs rendus aux saintes images (743). Établissement (745) d'un couvent impérial, nommé Palais du Progrès, où vivent en commun, sous la direction des religieux de Ta-Ts'in, des Arath et des Maîtres des Çastra, tous partisans des Lois de Manou (de la doctrine du *septenaire*). Magnificence du Temple céleste.

4. Sou-tsoung fait bâtir des Temples de la Lumière dans les cinq districts, dont le principal est Ling-ou (au Kan-sou actuel, district de Ning-hia). Période de prospérité religieuse et politique.

5. Le pieux Tai-tsoung pratique la religion en brûlant l'encens de la reconnaissance envers le ciel, chaque année à Noël et au jour anniversaire de son avènement. Il honore ceux qui suivent la Religion lumineuse, par des éloges, des emplois supérieurs et des festins publics.

6. Kien-tchoung fait une réorganisation politique; il multiplie les administrations et complète les divisions territoriales pour faire valoir la Religion lumineuse. Il conforme en tout sa conduite à cette religion. Le grand ministre Izdbouzid, gouverneur de Cho-fang (Ning-hia actuel). A son arrivée en Chine, il mène une vie retirée dans un monastère où il fait école. D'abord prince de Fenn-iang (au Chan-si actuel), il est ensuite gouverneur de Cho-fang et réunit le premier sous son autorité le pays des Joung (Kan-sou actuel). Déjà sous Sou-tsoung, âgé de 60 ans, il était son intime, son conseiller et son bras droit, son grand aumônier et le dispensateur des faveurs impériales. Aux temples conservés, on en ajoute nombre d'autres plus magnifiques. La Religion lumineuse gagne du terrain. Retraites ecclésiastiques annuelles de cinquante jours pour les religieux des différentes parties de la Chine; exercice d'œuvres de miséricorde inouïes chez les plus observants Das'ârha du bouddhisme.

7. Transition : « Les docteurs de la Religion lumineuse en habits blancs ayant rencontré aujourd'hui cet homme d'élite, désirent graver pierre pleine et célébrer ses mérites en vers. »

DEUXIÈME PARTIE. — *Chant en huit strophes, sur le thème précédent.*

EN-TÊTE.

Monument de pierre concernant la propagation dans l'Empire du Milieu de la Religion lumineuse de Ta-Ts'in.

TITRE.

Hommage solennel en inscription lapidaire rappelant la propagation dans l'Empire du Milieu de la Religion lumineuse de Ta-Ts'in, avec un résumé sous forme d'argument. Composition de King-tsing, moine du temple de Ta-Ts'in.

1. On dit : Être insaisissable dans son immatérialité et constant dans son immutabilité;

Antérieur à tout et lui-même sans commencement, vide puissant et insondable;

Survivant à tout et conservant son existence admirable;

Axe de l'universel Empyrée et auteur de toutes les formes diverses, manifestant dans la création ses souveraines perfections.

Ces expressions traditionnelles ne peuvent s'appliquer qu'à la personne admirable du Trine, Maître absolu, invisible mais manifesté dans ses œuvres, à Aloha.

2. C'est Lui qui est le point de départ des bras de la croix, déterminant les quatre points cardinaux; c'est Lui qui mit en mouvement l'esprit générateur et produisit le double souffle [1]. Si l'obscur chaos prit une forme et se sépara en ciel et terre, si le soleil et la lune prirent leur mouvement de rotation pour donner naissance au jour et à la nuit, Lui seul est jusqu'au bout l'artisan de tous les êtres.

3. Il mit alors sur pied le premier homme, le distingua par le don d'une

[1] Expansif et attractif, si célèbre dans la cosmogonie chinoise.

nature parfaitement équilibrée et le constitua maître et gardien de toute la création.

Cette nature primitive ne manifestait aucun défaut et ne connaissait pas la bouffissure. Le cœur de l'homme, simple mais large, ne trouvait en lui-même aucun appétit déréglé.

4. Mais il arriva, par les artifices de Satan, que les qualités tant extérieures qu'intérieures dont l'homme était doué, le manifestèrent à ses propres yeux comme constitué en état de perfection, que le trouble et la révolte le firent participer à ce qu'il distinguait comme défectueux.

5. C'est alors qu'on s'ingénia à fabriquer des systèmes religieux, aussi incohérents que compliqués, de trois cent soixante-cinq espèces différentes [1], se coudoyant mutuellement et croisant les lignes de leurs ornières. Ou bien on montra dans les créatures le principe de la vie, qu'il faut adorer. Ou bien on ne vit plus dans les êtres qu'un pur néant et l'on perdit ainsi la notion exacte de la création. Ou bien on fit des prières et des sacrifices qui n'étaient que de nature à empêcher le bonheur qu'on appelait. Ou bien on emprunta l'apparence du bien pour satisfaire l'orgueil humain. La sagesse s'égara en des calculs sans fin; les sentiments furent livrés à des agitations continuelles. Dans ce dédale sans limites, nul moyen d'aboutir. Une ardeur outrée dégénère en flamme qui consume. Les obscurités s'amoncelant, on perdit la route; l'aveuglement, en se prolongeant, rendit désormais impossible le retour au point normal.

6. Alors le Messie, Prince de la Lumière, autre lui-même du Trine [2], circonscrivant et voilant sa divine majesté, se fit Emmanuel (Dieu avec nous) et prit une vie mortelle. Dieu le Saint-Esprit remplit de son heureuse influence une femme de sang royal, qui mit le Saint au monde au pays de

[1] La vérité étant dans le point fixe du soleil, chaque erreur est dans l'une des trois cent soixante-cinq positions diurnes que le soleil occupe chaque année par rapport à la terre.

[2] Ici, la fameuse expression « fenn chenn », que l'on a traduite par « divisa sa personne ». On a mal compris le *T'ang King Kiao*, qui dit : « c'est le Fils incarné ». On n'a pas lu Prémare, qui dit : « fenn » signifie aussi bien « envoyer » que « partager ». (*Lettres édif.*, IX, p. 262.) On n'a pas remarqué ici les noms des trois personnes de la sainte Trinité : *a*) le Trine, *b*) autre lui-même du Trine, *c*) Dieu le Saint-Esprit.

Ta-Ts'in. L'étoile du Prince de la Lumière ayant fait connaître l'heureux événement, des Perses en aperçurent la clarté et se dirigèrent sur elle pour aller lui présenter leurs hommages.

7. Ainsi se clôtura la Loi ancienne, basée sur les prescriptions des vingt-quatre saints personnages [1] et qui avait servi au peuple choisi de règle de gouvernement sous le nom de Grande Imitation.

Ainsi s'inaugura la Religion nouvelle, fondée sur l'inspiration du souffle pur du Trine et contenant le formulaire de la conduite et des croyances. Règle de conduite dans les huit attributions morales (en toutes choses), elle purifie les sens extérieurs et produit la perfection. En rouvrant la porte au règne de la triade, elle rétablit la vie et détruisit la mort. En suspendant sur nos têtes ce Soleil lumineux, elle ruina l'empire des ténèbres. Les tromperies du démon furent ainsi déjouées.

Elle met en mouvement la barque de la miséricorde et élève ainsi au palais de la clarté; elle réalise par ce moyen la mystérieuse influence qu'elle renferme. Sa puissance et son efficacité marchent donc de pair, sans rien laisser à désirer, et en font une réalité lumineuse comme le soleil en plein midi.

8. Elle laissa des écritures en vingt-sept livres [2], par lesquelles, allant au delà de l'ordre naturel, elle assure le domaine spirituel qu'elle comporte. Sa loi capitale est celle du baptême dans l'eau et l'Esprit, qui rend la beauté en lavant les souillures contractées et purifie jusqu'à la plus complète blancheur. Comme signe, elle prend la croix, dont la splendeur, se répandant vers les quatre côtés de l'horizon, est l'image parfaite de son domaine spirituel complet. Par le son d'un morceau de bois que l'on frappe, elle fait appel à l'humanité et à la bienfaisance. Elle fait ses cérémonies face à l'est, comme donnant l'acheminement vers la gloire qui couronne la vie. Le port de la barbe est le signe de son action à l'extérieur; la tonsure au sommet de la tête montre le dépouillement des passions à l'intérieur. En ne pratiquant pas l'esclavage domestique, elle maintient la dignité d'autrui par une

[1] Auteurs des vingt-quatre livres de l'Ancien Testament, selon le canon oriental.

[2] Les vingt-sept livres du Nouveau Testament, d'après le canon oriental.

égale estime du riche et du pauvre. En s'abstenant d'amasser des richesses, elle règle l'emploi des biens sur les besoins personnels. Par le jeûne, elle mate, en vue de la sagesse et de la perfection. Le précepte auquel elle attache le plus de prix, c'est l'empire sur les sens et les facultés. Ses sept prières canoniales [1] procurent un grand avantage aux vivants et aux morts. Par son sacrifice non sanglant et hebdomadaire [2], elle purifie l'intérieur et remet en état.

Cette doctrine de l'union constante à l'immatériel est admirable, mais il est difficile de lui donner un nom. Ses mérites intrinsèques et les pratiques auxquelles elle nous convie frappent également par leur vive lumière; c'est pourquoi nous l'appelons la Religion lumineuse.

Propagation.

Il est vrai : la religion, sans un pouvoir qui la représente, ne prend pas corps; le pouvoir, sans la relation qu'il suppose, ne peut se faire valoir. Mais si le pouvoir et la religion se trouvent réunis, l'empire jette tout l'éclat d'une beauté parfaite.

1. Sous l'empereur T'ai-tsoung, surnommé Wenn-houang-ti (l'empereur très lettré), commença un échange de rapports entre la Chine et l'Inde rayonnantes (taoïstes); des personnages, aussi saints que remarquables, vinrent jusqu'à nous. Il y avait pour lors, au pays de Ta-Ts'in, un Bhadanta nommé Alopenn, revêtu des qualités des Nuages bleus [3] et possédant les divines Écritures. Comptant sur les dispositions de l'Esprit pour échapper aux dangers et aux périls, il arriva à Tchang-ngan, lors du neuvième sacrifice de Tcheng-kouan (635). L'Empereur députa son ministre plénipotentiaire Fang-hiuen-ling, gouverneur général du Si-Kiao (dépendances de l'ouest), pour aller à sa rencontre et lui servir d'introducteur au palais.

[1] Ce que nous appelons les Heures du Bréviaire, et qui sont réellement au nombre de sept, en Occident comme en Orient.

[2] On entend ici la messe *en public*.

[3] « Bouddha est le soleil des hommes; le sage est le grand nuage qui couvre la terre et fait tomber la pluie de la Loi. » (Voir *Annales de philosophie chrétienne*, 1857, p. 344.)

On alla s'instruire au Palais des Livres traduits; les membres de la famille impériale (habitant les appartements réservés) furent mis au courant des moyens de régler sa personne et prirent des mesures pour les faire connaître et les propager.

La douzième année de Tcheng-kouan (638), à la septième lune périodique, l'édit impérial suivant fut publié :

« La religion n'a pas de nom invariable, ni les pratiques religieuses de » rites immuables; aussi les doctrines sont proposées sous différentes formes » selon les contrées, se compliquent et naissent en foule. Alopenn, Badhanta » du royaume de Ta-Ts'in, apportant de loin les Écritures canoniques et » des images, est venu les présenter à notre cour souveraine.

» Il résulte d'un examen attentif que l'objet de cette religion est l'Admi- » rable Empyréen (Hiuen-miao) et son action mystérieuse; il suffit de voir » son origine pour y reconnaître la perfection de la vie et le sommaire de » l'état parfait. Les vers suivants peuvent donc lui être appliqués sans » exagération :

» Quand tout est réglé, oublier tout calcul inutile,
» tout arranger pour se rendre utile aux autres,
» voilà ce qu'on devrait faire partout.

» Ce que nous voulons, c'est qu'il soit établi, dans notre capitale, à » I-ning-fang, un monastère de Ta-Ts'in, dont le nombre de moines est » fixé à vingt et un. »

Sous les Tcheou, on dut faire le deuil de la vertu (confucéenne) qui régnait autrefois chez eux; alors le *Char bleu* fut avantageusement connu en Occident. Sous les grands T'ang, le taoïsme répandit de l'éclat et l'*Influence lumineuse* s'exerça en Orient. En exécution des ordres reçus, les magistrats firent faire des représentations de la divinité, qu'ils exposèrent sur les murs du temple. La grande beauté des images de la divinité, l'école Lumineuse des *Sires fleuris* et la prospérité toujours croissante des *vestiges de perfection* jetèrent un lustre durable sur la religion, partout où elle était répandue.

Suivant le Si-iu-t'ou-ki (*Annales des régions de l'ouest*) et le Han Wei tcheu (*Histoire des Han et des Wei*), le royaume de Ta-Ts'in s'étend au sud jusqu'à la mer de Corail (mer Rouge); au nord, il s'élève jusqu'aux monts Tchoung-pao (des pierreries, Kouenn-luenn); il regarde à l'ouest la Cité Fleurie du Pays des Solitaires; il fait emprise à l'est jusqu'à la rivière Jo-chouei (aux eaux faibles) de la Contrée Venteuse (Tchang-foung). On tire de ce pays les tissus d'amiante, le parfum qui ranime (le baume), la pierre précieuse (escarboucle) qui brille dans la nuit, la perle appelée sélénite, qui rappelle la lumière de la lune. Les mœurs y sont exemptes d'usurpation et de vol; les habitants y vivent dans la joie et la tranquillité. La seule religion admise est la Religion lumineuse; le seul pouvoir reconnu, celui de la vertu. Le territoire est vaste et étendu; tout y brille d'un ordre parfait.

2. Le grand empereur Kao-tsoung ne fut ni moins actif ni moins pieux que son prédécesseur. Il donna plus de relief encore à la divinité et fit bâtir dans chacun des districts des Temples Lumineux. Lui aussi tint à mettre en vue Alopenn, qu'il fit primat de l'empire. La religion se répandit dans les dix marches (provinces); ce fut la prospérité renaissant dans l'empire. Les temples remplirent les cent villes (toutes les villes); ce fut le bonheur comblant les familles.

En l'année Cheng-li (699), les bouddhistes, ayant acquis une grande influence, déblatérèrent chez les Tcheou de l'est (à Lo-iang, dans le Ho-nan). A la fin du temps dit Sien-t'ien, des lettrés (confucianistes) de rang inférieur n'épargnèrent ni leurs risées, ni leurs blâmes, ni leurs calomnies, dans le pays de Si-hao (près de Si-ngan-fou). Il s'y trouva des *Arath*, grands chefs religieux, et des *Ardents* (honorés du titre de) *Bhadanta*, qui se joignirent à des *Continuateurs du Mode d'or*, surnommés « les religieux hors pair ». Ils servirent d'appui commun au système empyréen et renouèrent le lien rompu de la tradition.

3. L'empereur Hiuen-tsoung (714), surnommé « à la Voie sublime » (Tcheu-tao), ordonna aux cinq rois, et en premier lieu à Ning-kouo, de se rendre en personne aux Demeures de la Félicité (Fou-iu) et d'y établir des lieux de sacrifice. Aussitôt les faîtes de la Loi, après avoir ployé momen-

tanément, se redressèrent plus majestueux; les pierres de la Doctrine, passagèrement renversées, furent remises à la place qui leur convenait.

Au commencement du T'ien-pao (743), l'empereur donna ordre au général en chef Kao-li-cheu de faire présent de l'image de la perfection du cinq (de la quintessence du pouvoir absolu), à placer dans le Tchenn-cheu (Temple de la Divinité). Il fit don de cent pièces de soie fine, pour entourer cette représentation de tout l'honneur possible. [Le résultat, le proverbe le fait deviner.] La barbe du dragon a beau être à distance, on n'est jamais hors de portée de ses flèches et de ses javelots [1]; le moindre rayon d'un coin du soleil est une communication de la lumière du jour.

La troisième année (de la même période, = 745), il y avait au royaume de Ta-Ts'in des religieux dits de la *stricte observance,* qui voyaient dans les étoiles la ligne de conduite morale, et dans le soleil le tabernacle de l'Être suprême. Les religieux *Arath* appelés par l'empereur et les religieux nommés *P'ou luenn* (attachés à la lumière pure), tous partisans du Septenaire (un en sept), se joignirent aux *Bhadanta observants* pour pratiquer la *vertu méritante* au palais du Hing-k'ing (du Progrès). Dès lors, le monastère du T'ien-t'i (du thème céleste) fut orné d'une inscription tabulaire portant sur bois le chiffre impérial, — le Dragon, entouré d'étoffes de prix, éclatantes comme des pierres précieuses, dont la couleur rappelait le pourpre du soleil levant, sur lesquelles des broderies d'une délicatesse infinie donnaient corps au Vide. Les *Stoupa* élevés fixaient l'éclat du soleil. Les largesses dont ils étaient favorisés s'élevaient à la hauteur du Nan-chan [2] (montagne méridionale) et avaient toute la profondeur de la mer orientale [3]. La doctrine n'avait rien de reprochable, et ce qui est irréprochable mérite la renommée; *la sainteté parfaite* ne renfermait rien qu'elle n'exécutât, et ce qu'elle exécutait mérite d'être raconté [4].

[1] Allusion à la légende de Hoang-ti montant au ciel.

[2] Montagne du Kan-sou, altitude de 6,000 mètres.

[3] Mer de Chine.

[4] Ce paragraphe n'est pas très intelligible. Nous croyons bon de serrer de près le chinois, afin de mieux signaler comme sujet d'étude les sectes qui nous paraissent ici clairement signifiées.

4. L'empereur Sou-tsoung [1], (surnommé) le Brillant organisateur, rétablit les monastères lumineux à Ling-ou (au Kan-sou actuel) et dans les quatre autres districts. La bonté primitive reprit ses droits et la fortune publique s'épanouit; la Grande Influence gagna du terrain et le domaine souverain fut établi solidement.

5. L'empereur Tai-tsoung [2], lettré et guerrier, donna de l'éclat et de l'extension à la *Régulation* morale dite *Périodique* [3]; il suivit le cours des choses et eut des vues désintéressées. A chaque anniversaire de sa naissance à la souveraineté, il offrait des *parfums célestes,* en reconnaissance des bons résultats obtenus. Il distribuait des mets de sa table de souverain pour donner du lustre à la communauté lumineuse. Bien plus, influence toute céleste dans le bien qu'il produisait, il était par suite capable de donner plus d'ampleur à la vie; réglé sur l'ordre normal découlant de l'origine de toute essence, il était en mesure de gouverner ses sens et ses facultés.

6. L'empereur actuel [4], Kien-tchoung (centre affermi), dont l'heureuse influence se fait sentir dans les choses civiles et militaires, distribua le gouvernement selon les huit régulations morales, ce qui lui permit de relever ce qui était déprimé et de remettre en lumière ce qui était effacé. Il divisa aussi le territoire selon les neuf attributions [5], ce qui valut un renouveau tout spécial à la fortune de la Religion lumineuse.

Suivre une évolution conforme à la *Raison divine* (empyréenne), pratiquer les rites religieux sans en être mortifié intérieurement, être au sommet des grandeurs sans cesser d'être vide de soi-même, chercher la tranquillité sans abandonner la bienfaisance, étendre la miséricorde jusqu'à secourir toutes les misères, comprendre dans ses bons offices tout ce qui a vie, telle est bien la *grande assimilation,* objet de nos soins et de nos efforts, telle est bien la marche coordonnée de l'influence à acquérir et du progrès à accomplir. Il se fait ainsi que vent et pluie arrivent en leur

[1] 757.
[2] 764.
[3] Sans doute, selon les révolutions des astres.
[4] 780.
[5] Selon les parties de l'unité simple, donnant à chacun ce qui lui revenait.

temps, que l'empire est en repos, que les hommes sont capables d'être gouvernés, que tous les êtres peuvent conserver leur place naturelle (dans l'ordre de la création), les vivants profiter de la vie, les morts jouir de la joie, la vie être aux pensées comme un écho à un son, l'énergie exercée être en rapport avec les sentiments comme une réalisation l'est avec un programme. Ce sont bien là et le mérite et la mise en œuvre de la force et de l'efficacité de notre Religion lumineuse.

Le Grand Dispensateur en chef, grand officier à la charge éclatante, aux insignes de pourpre et d'or, délégué gouverneur général du Cho-fang (Ning-hia) et inspecteur impérial, I-seu (Izdbouzid), moine, gratifié du *Kachaya* violet, est mortifié, mais attaché à la bienveillance parfaite, aussi prêt à s'instruire que diligent à agir. Parti de loin, de la ville appelée Résidence royale [1], il a fait son apparition en Chine (Tchoung-hia). Ses talents le placent au-dessus des Trois Dynasties [2]; ses aptitudes et ses connaissances ne laissent rien à désirer. Menant d'abord une vie mortifiée sous les *Portiques empourprés* [3], il fit néanmoins inscrire son nom dans les *Tentes royales* [4]. Sous le surnom nobiliaire et officiel de Tzeu-i, avec le titre de secrétaire d'État et de Prince-Roi de Fenn-iang (au Chan-si), il fut le premier Gouverneur général des *Joung* [5] unis du Chofang. Lorsque Sou-tsoung voulut bien le prendre à ses côtés, le sexagénaire obéissant, quoique admis dans l'intimité des appartements (impériaux), ne se donnait aucune trêve dans ses occupations. Il était comme les ongles et les dents de l'administration, comme les oreilles et les yeux de l'organisation militaire. Pouvant distribuer les emplois et les faveurs, il n'en tirait pas profit pour les siens. Ceux qui venaient offrir quelque chose, il les obligeait en leur donnant du verre; à ceux qui faisaient des cadeaux d'adieu, il offrait en retour des tapis épais brodés d'or. Aussi bien les monastères, recon-

[1] Râdjagriha, d'après Wylie, mais en réalité Balk, la petite Ville Royale en ce temps-là, le syriaque l'indique.

[2] 221-223, l'âge d'or de la Chine.

[3] Nom des écoles taoïstes.

[4] Nom des écoles bouddhistes où le taoïsme était aussi enseigné.

[5] Les Joung étaient des peuplades *belliqueuses*, apparemment des Scythes, qui occupèrent anciennement le Kan-sou jusqu'à Lan-tcheou, où elles s'appelaient les Si-Joung, « les Joung occidentaux ». (Voir le *Ou-leang-tcheu*.)

struits comme anciennement, que les temples de la Loi, renouvelés et agrandis, avec leurs dépendances hautes et magnifiques, étalaient leurs ailes et donnaient l'illusion du vol d'un faisan multicolore. Les adeptes de l'école lumineuse, devenus plus nombreux, exerçaient la bienfaisance et rendaient des services.

On réunit chaque année les moines (les disciples) des quatre monastères (de tous les points cardinaux) pour faire, dans la retraite et le silence, des exercices pieux qui durent cinquante jours. Ceux qui ont faim viennent, et on leur donne à manger; ceux qui ont froid viennent, et on leur procure des vêtements. Les malades, on les soigne et on les remet sur pied; aux morts on procure la sépulture et le repos. Bref, les bons et vertueux Das'ârha [1] n'ont jamais entendu parler d'une pareille perfection.

Des Docteurs lumineux en habits blancs, se trouvant en ce moment en présence de ces hommes, ont eu l'envie de graver pierre pleine pour célébrer un tel mérite et une telle ardeur au bien. Disons en vers :

I.

1. Le vrai Dieu n'a pas de commencement;
   il est plongé dans son immuable éternité.
2. Maître du globe et artisan de ses transformations,
   il souleva la terre et établit le ciel.
3. En prenant un corps et en venant au monde,
   il s'est créé par la rédemption un domaine sans limites;
4. Dès que ce soleil s'est montré, les ténèbres ont disparu :
   c'est une double preuve qu'il est la vraie cause première.

II.

1. L'auguste Wenn-houang (T'ai-tsoung) fut par sa religion à la hauteur de nos premiers rois.
2. Il profita des circonstances pour détruire la révolution, se dilata comme le ciel, s'étendit comme la terre.
3. La très brillante Religion lumineuse fut prêchée sous nos T'ang.
4. Les Écritures traduites et les temples bâtis, vaisseaux pour les vivants, barques pour les morts,
5. amenèrent toutes les félicités à la fois, et procurèrent la tranquillité à toutes les contrées.

[1] Religieux bouddhistes faisant particulièrement profession d'hospitalité et de bienfaisance.

III.

1. Kao-tsoung, continuant la tradition de son prédécesseur, bâtit de nouveaux temples [de la pure doctrine;
2. les bonzeries et les bonzes se rencontraient partout en Chine;
3. la religion de l'Immatériel étendit sa lumière, et l'on proclama un chef de la Loi.
4. On était dans la joie et le repos; les créatures étaient à l'abri des calamités et de la peine.

IV.

1. Hiuen-tsoung inaugura [1] la sainteté, et l'objet de ses efforts fut la droiture dans la vérité.
2. Les tablettes aux inscriptions impériales étalèrent leur lumière; la griffe céleste se [montra radieuse.
3. L'image du Souverain Maître brilla comme une pierre précieuse; toute la terre lui [rendit les plus grands honneurs.
4. Le peuple éprouva une prospérité générale, et les particuliers profitèrent de ces [heureuses circonstances.

V.

1. L'avènement de Sou-tsoung ayant produit une restauration, la Majesté céleste conduisit [le Char.
2. Le soleil de Sainteté répandant son lustre, le Souffle favorable balaya la nuit.
3. Un règne heureux étant revenu aux demeures impériales, le souffle empesté (de la [rébellion) cessa pour toujours.
4. La répression des passions et l'équilibre des sens extérieurs nous avaient rendus [maîtres de l'empire des Hia.

VI.

1. Tai-tsoung, pieux et juste, fut vertueux à l'imitation du ciel et de la terre.
2. Le premier intérêt qu'il avait en vue étant la perfection de la vie, ses affaires lui [réussirent admirablement.
3. Il montra sa reconnaissance en offrant de l'encens, et son humanité en faisant des [largesses.
4. Vallée ensoleillée, telle fut la majesté qu'il acquit; cavernes de la lune, telle fut l'abon- [dance dont il fut comblé.

VII.

1. Kien-tchoung ramena tout au Grand Faîte, et mit en pratique la vertu brillante (à [l'image du soleil et de la lune).
2. Ses armes brillèrent aux quatre mers, son gouvernement épura toutes les contrées.
3. Flambeau, il s'approcha des ténèbres d'autrui; miroir, il reflèta la vigueur des êtres.
4. Les six points d'attache [2] resplendirent de sa lumière; les cent Man [3] reconnurent [ses lois.

[1] Mit en bon augure.
[2] S.-N.-E.-W., haut et bas, c'est-à-dire l'univers entier.
[3] Tous les barbares insoumis (du sud).

VIII.

1. La voie, ce n'est que l'extension; son effet, ce n'est que la multiplication.
2. La cause productrice s'appelle Verbe; comme productive, elle est Triade.
3. La puissance maîtresse est opérante; le pouvoir ministériel est à l'exécution.
4. En élevant cette pierre copieuse, je chante l'heureux présage que nous apporte l'Auteur [Premier.

Érigé la deuxième année de Kien-tchoung (empereur) des grands T'ang, au Tso-io du cycle des années, au mois Tai-tsou, septième jour (dimanche), jour de la solennité des grands Hosanna.

Étant pour lors Maître de la Loi, le moine Ning-chou (Anan-Jésu), chargé de l'Église lumineuse des Régions orientales.

Écrit par Liu-siou-ien, du titre de membre du conseil impérial, envoyé à T'ai-tcheou (au Tcheu-kiang) en qualité de général de division gouverneur.

Telle est la traduction de l'inscription chinoise. Nous nous sommes efforcé de la rendre compréhensible, tout en la faisant aussi littérale que possible. Nous avons jugé inutile à notre but général d'en expliquer les termes, quoique nous les ayons étudiés un à un, que nous les ayons comparés entre eux et mis, autant que l'on pouvait, en présence des termes identiques ou analogues cités dans les ouvrages chinois contemporains. Il reste là une ample matière à un travail spécial, qui est du domaine particulier de la sinologie.

Faire l'histoire du monument, le présenter, tel qu'il existe actuellement, à l'attention des savants, en donner la description et en détailler les parties, essayer de lui assigner sa place dans l'histoire et sa portée dans la diplomatique : tel a été notre but immédiat. On jugera si nous avons pris la bonne voie pour l'atteindre, ou indiqué la bonne direction pour y arriver.

PARTIE SYRIAQUE

PAR

T.-J. LAMY.

Le père Gueluy a donné l'historique de la découverte du monument de Si-ngan-fou; je n'ai pas à y revenir : ma tâche se borne à la partie syriaque de l'inscription. Elle est beaucoup moins étendue que la partie chinoise, car toute l'exposition dogmatique est omise. Elle mérite néanmoins une étude attentive, à raison des noms de personnes et des renseignements précieux qu'elle contient. C'est elle aussi qui, mal lue et mal comprise, a donné lieu aux principales attaques contre l'authenticité de ce monument, comme elle a induit en erreur, tout récemment encore, le père Gaillard [1] et M. Dabry de Thiersant [2], qui ont voulu en faire un monument de foi orthodoxe, tandis qu'il est absolument nestorien. M. Fr. Kühnert penche, d'un autre côté, à en faire avec Laisai un monument bouddhique [3], mais il ne se trouvera assurément aucun syriacisant qui interprète en ce sens la partie syriaque de l'inscription.

Les calques de l'inscription transmis à Rome et à Paris ont été pris par des personnes qui ne connaissaient pas le syriaque; elles ont mal reproduit les caractères à demi effacés qui sont au bord de la pierre et ont ainsi donné lieu à de graves méprises. Le père Athanase Kircher, qui a le premier traduit la partie syriaque, ne connaissait pas suffisamment la langue. Son ouvrage fourmille de fautes, ce qui n'est pas étonnant, car, à l'exception de l'abbé Renaudot et de quelques Maronites qui enseignaient à Rome, le syriaque n'était guère connu alors des savants européens.

[1] *Croix et Swastika.* Chang-Hai, 1893, p. 124.
[2] Ouvrage cité plus haut.
[3] *Vienna Oriental Journal,* 1895, p. 26.

Le père Visdelou, qui a corrigé la traduction chinoise, n'a pas redressé les fautes commises dans la version syriaque. Le savant maronite J.-S. Assemani, dans le quatrième volume de sa *Bibliotheca orientalis* [1], a fait disparaître les erreurs les plus grossières du père Kircher et a donné un texte syriaque aussi correct que le permettait le calque défectueux qu'il avait sous les yeux. Malheureusement, le grand travail du docte maronite n'est pas assez connu.

Le père Huc, Pauthier et Dabry de Thiersant l'ont ignoré, et par suite de cette ignorance, ils ont suivi les égarements du père Kircher et même les ont encore aggravés.

Aujourd'hui que la photographie et le frottis-calque du monument envoyés au père Gueluy et la publication du père Havret nous ont permis de lire le texte syriaque tel qu'il est gravé sur la pierre, il est possible de donner une traduction exacte. Les nombreux écrits syriaques mis au jour depuis le temps d'Assemani permettent de résoudre d'une manière plus complète que n'a pu le faire ce savant, toutes les difficultés que la partie syriaque de l'inscription de Si-ngan-fou avait fait naître.

Le texte syriaque est écrit en caractères que les Syriens appellent ܐܣܛܪܢܓܝܠܐ *Estranghelaiés* [2], ou évangéliques, sans doute parce qu'on a continué, comme le pense Payne Smith [3], à se servir de ces caractères plus grands et plus nobles pour écrire les Évangiles destinés à la lecture publique durant la liturgie, après qu'on avait adopté une écriture plus cursive pour les écrits ordinaires. Il faut remarquer qu'on trouve trois genres d'écriture chez les Syriens : l'écriture *simple*, qu'emploient les Maronites, les Syriens unis et les Jacobites, l'écriture *nestorienne* ou *chaldéenne*, qu'emploient les Nestoriens du Kourdistan et les Chaldéens, et enfin l'écriture *estranghela*, la plus distinguée et la plus noble. Tous les anciens manuscrits jusqu'au

[1] *Bibliotheca orientalis*. Romae, 1719-1728, t. III, p. 2, pp. 538-552, avec les corrections en tête du volume.

[2] Les Syriens occidentaux prononcent *estrangheloiés*. Sur ce mot, on peut voir les lexicographes syriens Bar-Ali et Bar-Bahlul dans les grands lexiques de P. Smith et de Rubens-Duval.

[3] « Quod nomen, ut opinor, tulit, propterea quod Evangelia in ea transcriberentur, etiam quum ejus usus in aliis libris obsoleverit. » (*Thesaurus syriacus*. Oxonii, 1879-1893, ad h. v.)

VIIIᵉ siècle, et même la plupart de ceux du IXᵉ et du Xᵉ, sont écrits en ce genre de caractères, comme on peut s'en assurer par l'inspection des manuscrits de Londres et du Vatican, et même de Paris, d'Oxford et de Milan que j'ai eus sous les yeux. La forme de ces caractères s'est quelque peu modifiée par la suite des siècles [1]. Il en résulte qu'avec un peu d'habitude on peut, par l'inspection de l'écriture, dire à quel siècle le manuscrit appartient. C'est souvent sur cette seule indication que W. Wright a déterminé l'âge des manuscrits dans son catalogue raisonné des manuscrits syriaques du British Museum. La forme qu'ont ici, d'après la photographie, les caractères syriaques, est conforme à celle que donnent les manuscrits du Musée britannique qui sont de la même époque, c'est-à-dire du VIIIᵉ siècle.

Le texte, comme c'est l'usage dans les manuscrits de cette époque, n'a pas de points-voyelles, sauf le zecopho au mot Tsinestan, qui est donc écrit Tsinastan. Mais les deux points, appelés « ribouï », qui marquent le pluriel, ne sont pas omis, comme on pourrait le croire par les fac-similé qu'ont donnés Pauthier et Dabry de Thiersant. Néanmoins, malgré l'absence des points-voyelles, la vocalisation des noms propres est, en général, facile, parce que ce sont des noms d'un usage fréquent chez les Nestoriens. Ici, comme partout, le syriaque se lit, comme l'arabe et l'hébreu, de droite à gauche, mais les lignes sont disposées verticalement comme le chinois, de sorte que la lecture d'une ligne se fait en commençant par le haut et descendant vers le bas. Je vais donner le texte syriaque et la traduction; puis viendra le commentaire avec les observations que chaque partie comporte.

I. A côté du texte chinois à l'intérieur de l'encadrement, à gauche par rapport à celui qui lit, se trouve en une ligne verticale le texte suivant :

ܒܝܘܡܝ ܐܒܐ ܕܐ̈ܒܗܬܐ ܡܪܝ ܚܢܢ ܝܫܘܥ ܩܬܘܠܝܩܐ ܦܛܪܝܪܟܝܣ

« Aux jours du père des pères Hanan-Jésus catholique-patriarche. »

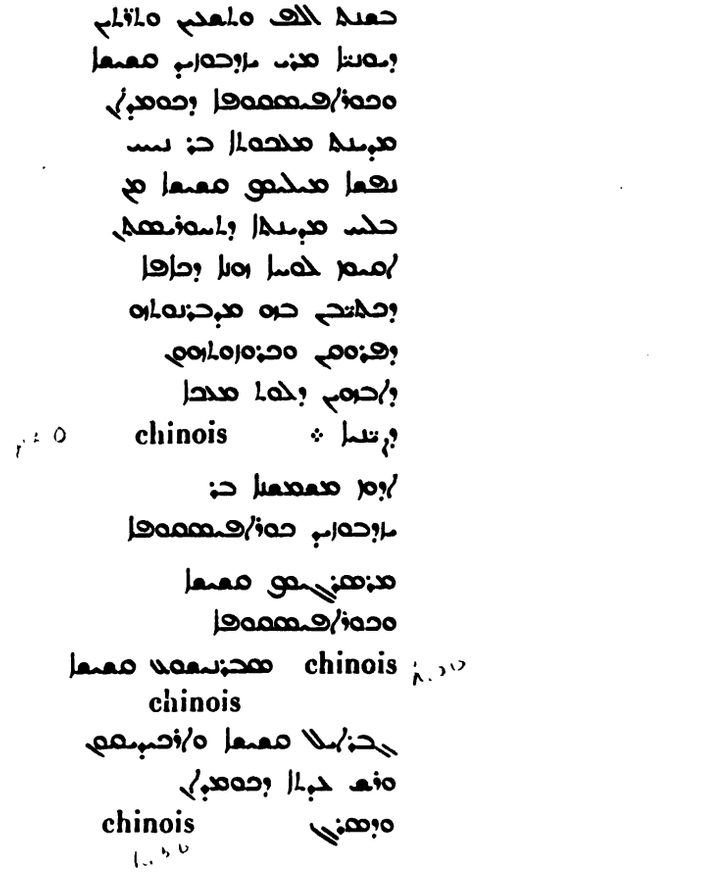
[1] Voir les beaux fac-similé édités dans *The palæographical Society Facsimiles of manuscripts and inscriptions*, ed. by W. Wright. London, 1875-1883. Oriental series, pl. 18, 27, 39, 52, 66, 72, 99.

Le père Heller a traduit le syriaque de la même manière. Il est impossible de donner au syriaque un autre sens que celui-ci : « Au temps où Hanan-Jésus était catholique-patriarche. » Traduire : « Au temps où le suprême patriarche Hanan-Jésus était Catholicos, » ce n'est pas traduire exactement le syriaque, comme l'a pensé Kühnert, page 38, bien que le sens revienne finalement au même.

A droite, à l'intérieur de l'encadrement, à côté du texte chinois, en une ligne également verticale :

« Adam prêtre et chorévêque et papaschi du Tsinestan (Chine). »

II. — *En bas en dehors de l'encadrement :*



« L'an mil quatre-vingt-douze des Grecs, Mar Iezdbouzid, prêtre et chorévêque de Koumdan, ville royale, fils du bienheureux Milis, prêtre originaire de Balk, ville du Tocharistan, a érigé cette table de pierre, sur laquelle sont gravées la vie de notre Sauveur et la prédication de nos pères auprès du roi des Chinois. »

(*Texte chinois, voir plus haut,* p. 67.)

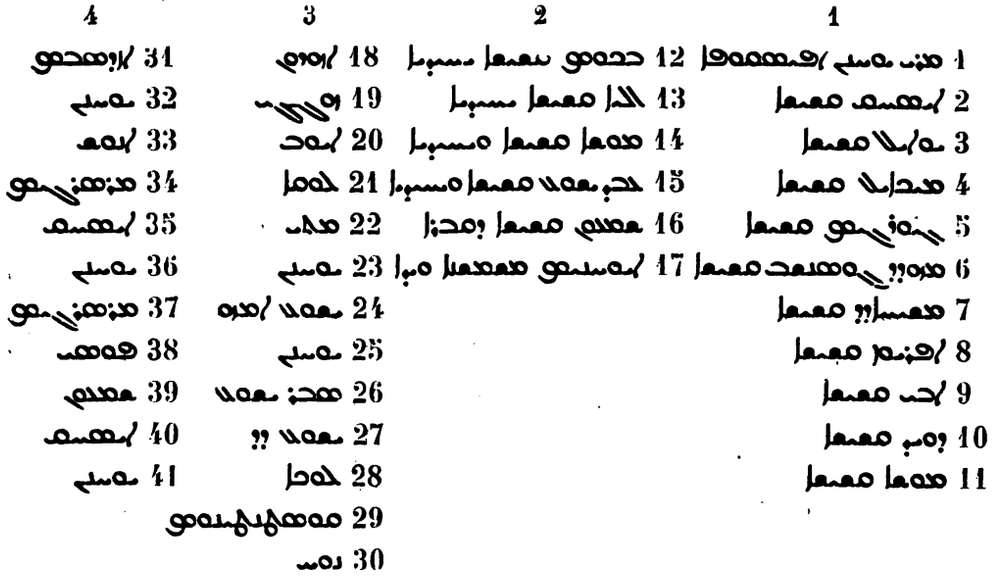
« Adam, diacre, fils de Iezdbouzid, chorévêque, Mar Serghis, prêtre et chorévêque. (Mot chinois.) Sabranjésu, prêtre. »

(*Texte chinois, voir plus haut,* p. 67.)

« Gabriel, prêtre et archidiacre et chef de l'Église de Koumdan et de Sarag. »

(*Texte chinois, voir plus haut,* p. 67.)

III. — *Hors de l'encadrement à droite par rapport au lecteur en commençant par le haut.*



4	3	2	1
31 Adad Sabas.	18 Aaron.	12 Baccus, prêtre-moine.	1 Mar Jean, évêque.
32 Jean.	19 Aggée.	13 Élie, prêtre-moine.	2 Isaac, prêtre.
33 Enos.	20 Job.	14 Moïse, prêtre-moine.	3 Joël, prêtre.
34 Mar Serghis.	21 Luc.	15 Ébed-Jésu, pr.-moine.	4 Michel, prêtre.
35 Isaac.	22 Matthieu.	16 Siméon, pr. du tombeau.	5 Georges, prêtre.
36 Jean.	23 Jean (?)	17 Jean, diacre-cénobite.	6 Mahdad Gousnasaph, pr.
37 Pousi.	24 Jésu-Émé (?)		7 Meschihadad, prêtre.
38 Mar Serghis.	25 Jean (?)		8 Éphrem, prêtre.
39 Siméon.	26 Sabar-Jésus.		9 Aba, prêtre.
40 Isaac.	27 Jésu-Dad.		10 David, prêtre.
41 Jean.	28 Luc.		11 Moïse, prêtre.
	29 Constantin.		
	30 Noé.		

IV. — *Hors de l'encadrement à gauche.*

7	6	ܗ
ܓܒܪܝܐܝܠ 66	ܝܥܩܘܒ ܩܢܟܝܐ 53	ܝܥܩܘܒ ܩܫܝܫܐ 42
ܝܘܚܢܢ 67	ܥܒܕܝܫܘܥ 54	ܡܪܝ ܣܪܓܝܣ ܩܫܝܫܐ ܘܟܘܪܐܦܣܩܘܦܐ ܫܝܐܢܓܬܣܘ 43
ܫܠܝܡܘܢ 68	?? ܝܫܘܥܕܕ 55	ܓܓܝ ܩܫܝܫܐ ܘܐܪܟܝܕܝܩܘܢ ܕܟܘܡܕܢ ܘܡܩܪܝܢܐ 44
ܐܝܣܚܩ 69	ܝܥܩܘܒ 56	ܦܘܠܘܣ ܩܫܝܫܐ 45
ܝܘܚܢܢ 70	ܝܘܚܢܢ 57	ܫܡܫܘܢ ܩܫܝܫܐ 46
	ܫܘܒܚܐ ܠܡܪܢ 58	ܐܕܡ ܩܫܝܫܐ 47
	ܡܪܝ ܣܪܓܝܣ 59	ܐܠܝܐ ܩܫܝܫܐ 48
	ܫܡܥܘܢ 60	ܐܝܣܚܩ ܩܫܝܫܐ 49
	ܐܦܪܝܡ 61	ܝܘܚܢܢ ܩܫܝܫܐ 50
	ܙܟܪܝܐ 62	ܝܘܚܢܢ ܩܫܝܫܐ 51
	ܩܘܪܝܩܘܣ 63	ܫܡܥܘܢ ܩܫܝܫܐ ܘܣܒܐ 52
	ܒܟܘܣ 64	
	ܥܡܢܘܐܝܠ 65	

7	6	5
66 Gabriel.	53 Jacob sacriste.	42 Jacob, prêtre.
67 Jean.	54 Ébed-Jésu.	43 Mar Serghis, prêtre et chorévêque de Schiang-tsou.
68 Salomon.	55 Jésu-Dad.	44 Gagoui, prêtre et archidiacre de Koumdan et annaliste.
69 Isaac.	56 Jacob.	45 Paul, prêtre.
70 Jean.	57 Jean.	46 Samson, prêtre.
	58 Schoubha-Lmoran.	47 Adam, prêtre.
	59 Mar Serghis.	48 Élie, prêtre.
	60 Siméon.	49 Isaac, prêtre.
	61 Ephrem.	50 Jean, prêtre.
	62 Zacharie.	51 Jean, prêtre.
	63 Cyriaque.	52 Siméon, prêtre et senior.
	64 Bacchus.	
	65 Emmanuel.	

V. — *Date du monument. Son caractère nestorien.*

Selon le texte syriaque, le monument a été érigé l'an des Grecs 1092. C'est la manière de dater communément reçue chez les Syriens. L'ère des Grecs ou des Séleucides commence au 1er octobre de l'an 312 avant Jésus-Christ, de sorte que l'an des Grecs 1092 correspond à l'an 780-781 de l'ère vulgaire; il commence au mois d'octobre 780 et finit au 30 septembre 781. Il n'est pas dit dans le texte syriaque à quelle époque de l'année la table de pierre a été érigée. Mais le texte chinois nous l'apprend. C'est à la fête du « grand Hosanna », c'est-à-dire à la fête que nous appelons le dimanche des Rameaux, et non pas le dimanche de la Passion, comme l'a cru M. Pauthier [1]. En 781, le dimanche des Rameaux tombait le 8 avril. C'est donc le 8 avril de l'an 781 après Jésus-Christ que le monument a été érigé. Le texte syriaque est d'accord avec le texte chinois. Il donne encore une autre indication très précise d'où l'on a tiré des difficultés contre l'authenticité de l'inscription. Il est dit que Hanan-Jésus ou Anan-Jésus était alors patriarche ou catholique des Nestoriens. Il s'agit de Hanan-Jésus II. « Aux jours du père des pères Hanan-Jésus, catholique-patriarche. » Pauthier n'a pas compris ce titre de « catholique-patriarche » donné à Hanan-Jésus. Il traduit : « patriarche universel ». M. Dabry en conclut que l'inscription n'est pas nestorienne et que Hanan-Jésus était orthodoxe, « parce qu'il portait le titre de patriarche catholique, titre que, d'après les abbés Bragier et Renaudot, les Nestoriens n'osèrent jamais donner à leur principal évêque, qu'ils appelaient simplement « catholique [2] ». Le père L. Gaillard a encore écrit tout dernièrement que faire de ce monument une inscription nestorienne, « c'est préjuger sans preuves un point d'histoire incertain, mal établi, encore en litige [3] ».

M. Dabry et le père Gaillard se trompent. L'inscription est certainement

[1] *L'inscription syro-chinoise de Si-ngan-fou.* Paris, 1858, p. 68.

[2] Ouvrage cité.

[3] *Croix et Swastika.* Chang-Hai, 1893, p. 124. — Le père Kircher, faute de documents, avait cru que Hanan-Jésus était le patriarche des Coptes.

nestorienne et Hanan-Jésus est bien le chef spirituel, deuxième du nom, qui gouverna l'Église nestorienne de l'an 775 à l'an 780. Les documents abondent pour le prouver. Mais MM. Dabry et Gaillard ne connaissent pas les monuments; il ne connaissent pas même ce qu'a écrit là-dessus, au siècle dernier, le savant Maronite J.-S. Assemani. Car cet écrivain a déjà mis ce point d'histoire hors de conteste [1]. Je vais compléter la démonstration par les documents publiés depuis.

D'abord, il faut observer que Hanan-Jésus n'est pas appelé « patriarche catholique » ou « patriarche universel »; il est appelé ܩܬܘܠܝܩܐ ܐܒܐ [2], « catholique-patriarche ». Or, c'est précisément le titre que portaient, à l'époque de la rédaction de l'inscription, les chefs de la communauté nestorienne. Les autres Églises n'ont jamais donné ce titre à leurs chefs. Les Jacobites d'Orient appelaient leur primat « Maphrian [3] ». Mais les chefs de l'Église nestorienne ont pris, dès le VI[e] siècle, le nom de catholique-patriarche; et c'est le titre que leur donne encore le pontifical nestorien dans le rite de l'ordination [4]. On lit en tête du synode tenu en 596 sous Sabar-Jésus : « Sous le gouvernement sage du *père des pères* et pasteur des pas-

[1] *Bibl. or.*, t. III, part. I, p. 157; part. II, pp. 558-559.

[2] Ce titre est composé des deux mots grecs : καθολικος et πατριαρχος. Le mot καθολικος, dans son sens propre, signifie *universel*, mais ici, en syriaque, il marque une dignité et sa signification primitive est restreinte. Car les Syriens n'admettaient pas de « patriarche universel »; ils reconnaissaient les patriarches de Rome, d'Alexandrie, d'Antioche et de Constantinople, conformément au canon 6 du concile de Nicée que tous leurs canonistes reçoivent. Ce titre avait d'abord chez les Syriens la signification que nous donnons au titre de « primat ». Les archevêques de Séleucie étaient « primats » des Syriens orientaux. Tous les évêques syriens d'Orient, c'est-à-dire de Perse, du Chorassan et de l'Asie ultérieure, relevaient de lui, comme il relevait à son tour du patriarche d'Antioche, jusqu'au jour où les Nestoriens se séparèrent complètement et revendiquèrent le titre de patriarche pour le catholique de Séleucie, qu'ils appelèrent en conséquence « catholique-patriarche ». Le terme « catholique » n'est pas ici un adjectif, mais un substantif. Celui qui porte ce titre n'est pas « le procureur général du patriarche », comme le veut M. Kühnert (*Vienna Oriental Journal*, 1895, p. 29), mais le primat des métropolitains et évêques d'Orient. Les Arméniens donnent aussi à leur patriarche le titre de catholique.

[3] Les jacobites appellent très rarement leur Maphrian « catholique » et jamais « catholique-patriarche ».

[4] Voir J.-S. Assemani, *Bibl. or.*, t. III, part. II, p. 673.

teurs, vierge de corps et d'esprit, Sabar-Jésus, *catholique-patriarche*, etc. [1]. » C'est absolument le même titre que nous avons ici. Avant Sabar-Jésus, Jésuiab, dans le synode de 588, est déjà appelé « catholique-patriarche [2] ». Mar Aba, en 544, prend le titre de « patriarche [3] ». Antérieurement, Babai, en 499, prenait le titre de « catholique » que portaient les archevêques-primats de Séleucie-Ctésiphon, avant que les Nestoriens se fussent emparés de ce siège. Ébed-Jésus, dans sa *Collection de canons*, éditée par le cardinal Maï [4], cite un canon de Dad-Jésus (vers 430) où le titre de « catholique » est donné cinq fois au primat de Séleucie et celui de patriarche deux fois; il cite aussi un canon du synode d'Isaac, tenu en 410 et dont j'ai publié les canons [5], dans lequel le titre de catholique et celui de patriarche sont employés indifféremment; mais je crois qu'il faut attribuer cette rédaction à Ébed-Jésus, qui donnait indifféremment au chef de sa secte, selon l'usage du XIV^e^ siècle, le titre de catholique ou celui de patriarche. Car, dans le manuscrit du IX^e^ siècle d'où je l'ai tiré, ce même canon ne donne au primat de Séleucie-Ctésiphon que le titre de catholique et non celui de patriarche, qui n'a été employé que plus tard, comme on va le voir.

Lorsque la Mésopotamie, l'Assyrie et la Perse eurent reçu de l'apôtre saint Thomas, de saint Adée, d'Aghée et Marès la lumière de l'Évangile, elles furent rattachées au patriarcat d'Antioche qui leur envoya leurs premiers évêques : Abris ou Ambroise, Abraham, Jacob et Ahadaboui. Tous les historiens syriens s'accordent à dire que ces quatre titulaires du siège de Séleucie-Ctésiphon furent ordonnés à Antioche [6]. Schahloupa ou Schahloupha

1 Voir le texte de ce synode donné par Guidi, *Zeitschr. d. deutsch. morgenl. Gesellsch.*, 1889, p. 390.

2 *Ibidem*, p. 404.

3 *Ibidem*, p. 402.

4 *Scriptorum veterum nova collectio*, t. X.

5 *Concilium Seleuciae et Ctesiphonti habitum anno 410*. Lovanii, 1868.

6 Voir Gregorii Barhebraei *Chronicon ecclesiasticum*, sect. II, col. 20-26; Salomon de Bassora, *The Book of the Bee*, ed. W. Budge; *Anecdota Oxon.*, Semit. ser., I, 2, pp. 116-117. Oxford, 1886; J.-S. Assemani, *Bibl. or.*, t. II, pp. 395-397; Al. Assemani, *De catholicis seu patriarchis chald.* Romae, 1774, pp. 5-6.

fut le premier évêque ordonné à Ctésiphon même. Il est difficile de dire en quelle année eut lieu cette ordination; Al. Assemani la place vers l'an 220; d'autres, trente ans plus tard. L'éloignement, les difficultés et les dangers des chemins, et surtout les guerres continuelles des Perses avec les Romains, rendaient le recours à Antioche toujours difficile et périlleux, souvent même impossible. Ce fut alors, selon Grégoire Barhébréus, que les Occidentaux permirent aux Orientaux de donner le titre de catholique ou patriarche à l'évêque de Séleucie-Ctésiphon. Le patriarche d'Antioche aurait accordé cette permission aux évêques orientaux d'ordonner leur primat à la suite de la mort violente de Kam-Jésus, mis en croix comme espion du roi des Perses à la porte d'Antioche [1].

Il existe une *Lettre des Occidentaux aux Orientaux* concédant, à raison de ce fait, aux évêques de Séleucie le titre de patriarche et le pouvoir sur tous les évêques soumis aux rois de Perse [2]. Mais ce document, ainsi qu'un autre du même genre, qui aurait été donné à cause des démêlés de l'évêque de Ctésiphon Papa ou Baba un peu avant le concile de Nicée [3], sont apocryphes et probablement, selon Assemani, l'œuvre du patriarche nestorien Joseph († 555). Les *Canons arabiques* 38 et 40, attribués par les Orientaux au concile de Nicée, permettent au catholique ou primat de Séleucie de créer des évêques et des métropolitains chez les Syriens orientaux, mais non de porter des lois sans l'autorisation du patriarche d'Antioche [4].

[1] Cfr. Gregorii Barhebraei *Chron. eccl.*, t. II, col. 26.

[2] Cette lettre est insérée dans la *Collection canonique d'Ébed-Jésus*, t. IX, chap. IX, et longuement discutée par J.-S. Assemani, *Bibl. or.*, t. III, part. I, pp. 51-60. — Le savant Maronite avait d'abord cru que par Occidentaux il fallait entendre les Pères de Nicée; mais il a reconnu qu'il ne s'agit pas d'eux, mais des *Syriens occidentaux*, c'est-à-dire des Syriens du patriarcat d'Antioche.

[3] Il est également rapporté par Ébed-Jésus et par Assemani, lieu cité.

[4] Une *collection canonique syriaque* fort ancienne, dont une copie a été apportée d'Orient à la Propagande par Mgr David et que j'ai lue l'année dernière au Musée Borgia sous le n° K. VI. 4, contient un texte beaucoup plus exact des deux canons arabiques susmentionnés. J'en ai transcrit le texte. En voici la traduction :

« Canon 3 : Qu'il soit aussi désormais permis au siège de Séleucie en Orient, de constituer des métropolitains comme font les patriarches, afin que leur voyage auprès du

Dans les *Actes des martyrs orientaux,* recueillis par saint Marouta, qui occupait le siège de Maiphercat au commencement du V^e^ siècle, les titulaires du siège de Séleucie Papa, Siméon Bar-Saboé, Schahdost, Barba'schemin sont simplement appelés évêques [1]. Néanmoins, il paraît par ces Actes mêmes que l'évêque de Séleucie avait la primauté sur les Églises de Perse et d'Assyrie. Car c'est à lui que Sapor s'adresse comme au chef des chrétiens, et il appelle Siméon Bar-Saboé « chef des Nazaréens [2] ». De même Barba'schemin est appelé « chef des chrétiens » et il est dit que le « siège primatial » de Séleucie resta vacant durant vingt ans [3].

Il semble donc que le titre de « catholique » a été donné aux évêques de

patriarche d'Occident, c'est-à-dire d'Antioche de Syrie, et leur retour ne fournissent pas aux païens du pays des Romains l'occasion d'exciter la persécution contre nos frères les chrétiens d'Orient. Le patriarche d'Antioche, mû par le désir général, ne s'est pas plaint de se voir enlever la juridiction sur l'Orient, parce que la tranquillité de nos frères les chrétiens de Perse l'exigeait, afin d'éviter les vaines accusations et les meurtres de la part des païens. Si une cause quelconque faisait réunir un concile dans l'Empire romain, le prélat de Séleucie jouirait du privilège de siéger avant les métropolitains de l'Empire, parce qu'il tient par notre permission la place du patriarche en Orient. Il occupera donc le septième siège; il siégera après l'évêque de Jérusalem. Le synode œcuménique frappe d'anathème celui qui transgresse ces décisions. »

« Canon 4 : C'est la volonté du concile œcuménique qu'il ne soit pas permis de tenir un concile général en Orient dans l'Empire persan. On ne pourra y sanctionner des canons sans la permission du patriarche. Mais les chrétiens persans seront soumis en tout à la tradition des chefs. Car la concession qu'on leur a faite pour leur tranquillité ne leur donne pas la puissance de lier et de délier, d'ajouter ou de retrancher aux prescriptions ecclésiastiques comme si c'était leur propre droit. Au contraire, ils doivent soumission à la communauté et à l'Église catholique. Le concile œcuménique frappe d'anathème celui qui transgresse ces décisions. » Ce texte, plus ancien que le texte arabe, ne donne au métropolitain de Séleucie ni le titre de patriarche ni celui de catholique; mais il lui confère la primauté sur les Églises de Perse. D'après Ébed-Jésu Khayyath, patriarche actuel des Chaldéens, l'auteur de cette collection serait le patriarche nestorien Élie I^er^, mort en 1095. Voir Ébed-Jésu Khayyath, *Syri orientales.* Romae, 1870, p. 122.

[1] Voir J.-S. Assemani, *Bibl. or.*, t. III, part. II, p. 619.

[2] Voir P. Bedjan, *Acta martyr.* Leipzig, 1891, t. II, p. 128. — Dans ce même récit remanié, il est appelé *catholique,* pages 178 et 207, et dans le titre au commencement et à la fin. Mais c'est saint Marouta ou l'auteur de ces Actes qui a employé ce terme. Cela ne prouve pas qu'il fût déjà en usage au temps de Siméon.

[3] *Ibid.*, p. 303. — Sozomène, *Hist. Eccl.*, tome II, page 9, appelle Siméon Bar-Saboé « archevêque » de Séleucie.

Séleucie dans le courant du IV^e^ siècle. Car au concile de Séleucie-Ctésiphon, en 410, Isaac est appelé « grand métropolitain » et « catholique » de Séleucie-Ctésiphon [1]. Il est à remarquer que ce titre de « catholique » n'est pas accompagné, comme dans notre inscription, de celui de « patriarche ». C'est qu'en effet les canons que nous avons cités, tout en conférant au primat de Séleucie une certaine autorité sur toute la Perse, le laissaient sous la dépendance du patriarche d'Antioche expressément reconnu par le concile de Nicée (can. 6). Les Nestoriens, pour se soustraire à cette sujétion qui les aurait obligés à rétracter leurs erreurs, ajoutèrent au titre de « catholique » celui de « patriarche » et appelèrent ainsi le chef de toutes les Églises nestoriennes « catholique-patriarche ».

C'est ce que reconnaît et déclare nettement un des principaux écrivains nestoriens : Georges, évêque d'Arbelles au X^e^ siècle. « Dans nos provinces d'Orient, catholique et patriarche, c'est tout un. Ce n'est pas ce qu'avaient établi les saints apôtres. Ils avaient établi dans l'épiscopat les degrés : évêque simplement, métropolitain, catholique, patriarche. Cette loi fut observée partout, même en Orient, jusqu'au temps de Théodose le Jeune (408-450). Mais lorsque Cyrille, Jean d'Antioche et les autres Occidentaux eurent, contre la loi, anathématisé saint Nestorius et l'eurent envoyé en exil, l'Orient secoua le joug du patriarche d'Antioche, comme c'était le droit, puisque celui-ci errait dans la foi et ne voulait plus le reconnaître. Avant cela, celui d'Antioche était patriarche et celui de Séleucie catholique. Il était sous la juridiction du patriarche dont le nom était proclamé avant le sien [2]. Mais lorsque le patriarche d'Antioche eut osé anathématiser Nestorius, l'Araméen Dad-Jésus étant alors catholique de Séleucie, l'Orient anathématisa Jean d'Antioche et Cyrille et Célestin de Rome et Memnon d'Éphèse et tous ceux qui furent avec eux de ce synode téméraire et impie. Comme l'Orient restait sans patriarche et qu'il ne convenait pas que l'Église demeurât sans chef, les pères orientaux résolurent de créer le catholique-patriarche, à

[1] Voir mon opuscule *Concilium Seleuciae et Ctesiphonti habitum anno 410.* Lovanii, 1868, col. 23, 39, 49 et 83.

[2] Dans la liturgie, conformément aux rites orientaux.

condition qu'il conserverait le titre de catholique qui lui avait été octroyé et légalement conféré par le synode d'Occident [1]. » Dans le synode de 430, Dad-Jésus est appelé « catholique et grand chef des évêques et directeur de toute la chrétienté d'Orient [2] ». Acace dans le synode de 485, Babai dans celui de 499 ne prennent d'autre titre que celui de catholique ou catholique d'Orient [3]; Mar-Aba est le premier, dans le synode de 544, qui prenne le titre de patriarche [4]. Jésuiab, en 588, prend celui de catholique-patriarche [5] que nous avons ici.

Hanan-Jésus. Le catholique-patriarche nestorien dont il est question ici est nommé Hanan-Jésus, ou, comme écrit Assemani, Ananjésus (grâce de Jésus). Plusieurs patriarches nestoriens ont porté ce nom. Il s'agit ici de Hanan-Jésus II, qui fut d'abord évêque de Laschoum et succéda au patriarche Jacob ou Jacques le 31 octobre de l'an 775 [6]. Il se présente ici une difficulté sur laquelle on a beaucoup insisté. Le texte syriaque, d'accord avec le texte chinois, place l'érection de la pierre en l'an des Grecs 1092 (780-781 de J.-C.). Nous avons établi plus haut que le fait eut lieu le 8 avril 781. Or, selon les deux Assemani et ceux qui les ont suivis, Hanan-Jésus n'aurait occupé le siège de Séleucie que quatre ans, de l'an 774 à l'an 778.

Il était donc mort depuis trois ans lorsque le monument fut érigé. Cette difficulté chronologique fut présentée comme un argument irréfutable par les adversaires de l'authenticité de l'inscription. Renaudot et après lui les deux Assemani n'eurent pas de peine à répondre que l'immense distance entre Séleucie et Si-ngan-fou avait très bien pu faire que la nouvelle de la

[1] *Explication des offices divins*, tract. II, cap. VI, dans ASSEMANI, *Bibl. or.*, t. III, part. II[a], p. 372.

[2] ÉBED-JÉSU, tr. IX, c. V, cite un canon de ce synode où Dad-Jésus déclare n'avoir d'autre juge à qui il doive rendre compte de sa gestion, que Jésus-Christ lui-même.

[3] Voir les extraits de ces conciles donnés par GUIDI, *Zeitschr. d. deutsch. morgenl. Gesellsch.* Leipzig, 1889, t. XLIII, pp. 396-399.

[4] GUIDI, *ibid.*, p. 402.

[5] IDEM, *ibid.*, p. 404.

[6] Voir GREGORII BARHEBRAEI *Chron. eccl.*, t. II, col. 163 et note 1; J.-S. ASSEMANI, *Bibl. or.*, t. III, part. 2, pp. 155-157; AL. ASSEMANI, *De catholicis chaldaeor. et nestor.* Romae, 1775, p. 71; ÉBED-JÉSU KHAYYATH, *Syri orientalis.* Romae, 1870, p. 137.

mort du patriarche ne fût pas encore parvenue au centre de la Chine lorsque l'inscription fut faite, surtout si l'on considère les déserts et les montagnes qu'il fallait traverser pour venir des bords du Tigre, à travers la Perse, le Chorassan et le Turkestan, par Kaschgar et la Tartarie, jusqu'au Chen-si en Chine. Cette réponse suffisait; mais de nouveaux documents sont venus couper court à toute discussion.

D'abord il faut remarquer, chose qui a échappé aux deux Assemani, que l'écrivain arabe, que je cite avec Assemani sous le nom d'Amrou, fait commencer le patriarcat de Hanan-Jésus en l'an des Grecs 1085, le prolonge jusqu'à 1091 et le fait durer, non quatre ans, mais six ans : de l'an de Jésus-Christ 774 à 780, ce qui diminue de deux ans l'intervalle qui sépare la mort de Hanan-Jésus de la date de l'inscription. Il est vrai que Grégoire Barhébréus, dans sa *Chronique ecclésiastique* [1], ne laisse Hanan-Jésus en fonctions que quatre ans; mais il ne dit pas en quelle année il a commencé ni en quelle année il est mort. Élie de Nisibe supplée à son silence. Ce chronographe, connu par son exactitude, d'après les *Annales des métropolitains de Nisibe,* à l'année 159 de l'hégire, commençant le mardi 21 octobre de l'an des Grecs 1087 (775 de J.-C.), dit : « En cette année, Hanan-Jésus, évêque de Laschoum, fut élu et institué catholique [2]. » Ainsi Hanan-Jésus fut nommé catholique des Nestoriens, non pas en 774, mais en 775-776. Ensuite, à l'année de l'hégire 163, commençant le mardi 17 septembre de l'an des Grecs 1090 (779 de J.-C.), il dit : « En cette année fut institué catholique Timothée, le dimanche 27 schaban (11 avril 780) [3]. » Comme Hanan-Jésus a eu, d'après Grégoire Barhébréus, quatre ans de pontificat, il est donc mort l'an des Grecs 1091, probablement dans les premiers mois de l'an 780 de Jésus-Christ, et non pas en 778,

[1] Gregorii Barhebraei *Chron. eccl.*, sect. II, col. 1 : « Jacob catholicus, munere functus annos 19, obiit eique successit Anan-Jesus secundus, Dakukae episcopus. Ordinatus est Seleuciae operae Isae pharmacopolae at, postquam annos quatuor in munere exegisset, defunctus est. »

[2] Gregorii Barhebraei, lieu cité, note 1. — L'année de l'hégire 159 commença en réalité le 31 octobre 775. Le comput d'Élie diffère de quelques jours.

[3] Idem, *ibid.*, col. 165, note 1. — Le 27 schaban de l'an 163 est le 11 avril 780, mais ce n'est pas un dimanche.

comme on l'a cru après Assemani. Puisque Hanan-Jésus est mort au commencement de l'an 780, il n'y a assurément rien d'étonnant à ce que la nouvelle de sa mort ne fût pas parvenue à travers la Perse, le Chorassan et toute la haute Asie jusqu'au Chen-si, le 8 avril 781.

A l'intérieur de l'encadrement, nous lisons cette autre annotation : « *Adam prêtre et chorévêque et papaschi du Tsinestan* ». Adam est un nom de l'Ancien Testament, comme les Nestoriens aimaient à en porter; il ne nous est pas connu autrement. Il porte les titres de « prêtre et de chorévêque et de papaschi du Tsinestan [1] ». Le Tsinestan est un terme géographique à terminaison persane, comme Tocharistan, Pharsistan, Kurdistan, qui désigne la Chine septentrionale, souvent appelée *Tsin* par les Syriens. Bien que ce mot ne soit guère employé et que je ne l'aie pas rencontré ailleurs, sa signification n'est pas douteuse; il désigne le pays de Tsin ou de Chine. Adam a le titre de *chorévêque*. Ce titre, emprunté des Grecs, signifie *évêque rural* [2], vicaire de l'évêque pour visiter, à sa place, les bourgs et les villages et remplir les fonctions dont sont chargés parmi nous les vicaires généraux, les archiprêtres et les doyens. Adam est appelé *prêtre*, parce que les chorévêques n'étaient pas revêtus du caractère épiscopal [3]. Ils étaient de simples prêtres. Cependant, chez les Nestoriens, ils étaient promus à cette dignité par une ordination particulière qui se trouve dans leur pontifical [4]. Les chorévêques existaient en Orient dès avant le IV[e] siècle, comme on peut le conclure des canons de Néocésarée et d'Ancyre qui les concernent. L'Occident a également connu les chorévêques pendant plusieurs siècles.

Ébed-Jésus, dans sa *Collection canonique*, tract. VI, cap. 7, cite six

[1] KIRCHER (*Prodr.*, p. 76) a traduit : « Presbyter et archiepiscopus et papalis Zinostan. » Dans la *China illustrata*, page 43, au lieu de « prêtre » il a mis « diacre », et au lieu d' « archevêque » il a mis « vicaire de l'évêque », ce qui vaut mieux. PAUTHIER (p. 42) traduit : « prêtre, corévêque et pape de la Chine ».

[2] « Le chorévêque est le visiteur des villages. » (Pontifical nestorien au *Rite* de l'ordination du chorévêque.)

[3] KUHNERT (*Vienna Oriental Journal*, 1895, pp. 39 et 41-45) en fait à tort un « Titular-Bischof », un vicaire apostolique, un délégué du catholique de Séleucie pour la Chine.

[4] J.-S. ASSEMANI la donne dans la *Bibliotheca orientalis*, tome III, partie II, page 735.

canons attribués au concile de Nicée qui déterminent les fonctions du chorévêque [1]. D'après ces canons, le chorévêque est le visiteur des églises et monastères du diocèse; il choisit pour l'aider des « périodeutes » séculiers pour visiter les paroisses et réguliers pour la visite des monastères; il inspecte les églises, veille à ce qu'elles aient des prêtres et ce qui est nécessaire au culte et s'informe de la manière dont les prêtres administrent le baptême, célèbrent la liturgie et remplissent leur devoir; il préside au choix des prêtres et des supérieurs des monastères et à la distribution des revenus des églises entre les prêtres et les diacres. Ébed-Jésus [2] cite un canon de Jésuiab sanctionné dans le synode de l'an 588 qui semble faire ici une difficulté : « C'est au périodeute de visiter les villages; car il a remplacé le chorévêque depuis que celui-ci a disparu des Églises d'Orient. » La difficulté n'est qu'apparente. D'après les canons arabiques, on distinguait le chorévêque et les périodeutes; au temps de Jésuiab, cette distinction avait cessé et on appelait indifféremment chorévêque, périodeute ou visiteur celui qui remplissait les fonctions de cette charge. C'est ainsi que le pontifical nestorien met « Ordination du chorévêque ou périodeute » et qu'Ébed-Jésus met en tête du chapitre VII : « De l'élection et de l'ordination du chorévêque ou périodeute qui est le *sa'oura* (visiteur). » Aussi l'histoire nestorienne fait-elle mention de plusieurs chorévêques, entre autres de Trisjésus, qui vivait au VII[e] siècle, précisément au temps dont s'occupe notre inscription et après le catholique Jésuiab dont nous expliquons les paroles. On pourrait encore objecter que le concile de Séleucie-Ctésiphon de l'an 410, dans son canon 14 [3], défend de tolérer plus longtemps l'abus de créer pour un même évêché plusieurs chorévêques. Or l'inscription en nomme au moins trois, tandis qu'elle ne mentionne qu'un évêque, l'évêque Jean. La réponse est facile : Les Nestoriens ont pu renouveler l'abus

[1] Ce sont les canons *arabiques* 54 à 65 dans la version de Turrianus, 58 à 70 dans la version d'Abraham Ecchellensis. Voir LABBE, *Concilior. collect.*, t. II, pp. 307-312.

[2] *Collect. can.*, tract. VI, cap. I.

[3] « Canon 14 : Neque amplius vigeat inordinatio haec, qua chorepiscopi plurimi in uno loco fiebant; neque sint plures, sed singulis episcopis singuli sint chorepiscopi, qui sufficiant ei; et, ubi plures habentur, dimittantur. » (*Concil. Seleuc.*, col. 56-58.)

prohibé par le concile de Séleucie, comme ils en ont renouvelé d'autres et des plus graves. Mais l'inscription ne le démontre pas. Au contraire, elle nous dit que Iezdebouzid était chorévêque de Koumdam, Adam du Sinestan et Serghis de Schiangt-sou, ce qui semble indiquer des évêchés différents. Comme la Chine formait une province et avait un métropolitain, elle devait compter alors plusieurs évêques. Nous voyons par l'histoire récemment publiée de Jabalaha [1] qu'au XIII[e] siècle les Nestoriens avaient un *visiteur général* pour la Chine. Adam porte un troisième titre : il est qualifié de *papaschi*. C'est ainsi que Kircher et Assemani ont lu. Pauthier écrit ܦܐܦܫܐ, *papaschah;* Heller, *fap-schi*. D'après la photographie, il est difficile de dire s'il faut lire « papaschi » ou « papaschah ». Ce mot ne se rencontre pas ailleurs. On ne le trouve pas parmi les noms qui expriment les degrés de la hiérarchie chez les Nestoriens : Assemani [2] y voit le mot grec παπας et fait de cet Adam un πρωτοπαπας ou *archiprêtre*. Les canons arabiques n° 57 ou 62 nomment « l'archiprêtre » parmi les dignitaires du clergé et le catholique Jésuiab a adressé une lettre à Jean, archiprêtre, à Théodore, archidiacre, et à André, chef des fidèles d'Édesse [3]. Néanmoins, on ne voit pas d'autre mention des archiprêtres chez les Nestoriens et le même Jésuiab, dans le canon que reproduit Ébed-Jésus, divise la hiérarchie en trois ordres : le premier comprend les diacres et les degrés inférieurs; le second les prêtres, les périodeutes ou chorévêques et les archidiacres. Les archiprêtres ou πρωτοπαπαι ne sont pas mentionnés et ils n'ont pas d'ordination particulière. Le troisième ordre comprend les évêques, les métropolitains et le catholique-patriarche [4]. En outre, le terme « papaschi » ou « papaschah » n'appartient pas à la langue syriaque. Serait-il formé du mot pacha? Est-ce un mot chinois, comme le pense Heller? Exprimerait-il une fonction particulière dont ce chorévêque aurait été chargé dans le Sinestan?

[1] Voir P. Bedjan, *Histoire de Mar Jabalaha,* en syriaque. Paris, 1888, chap. IV; J.-B. Chabot, *Histoire de Jabalaha III.* Paris, 1895, p. 35.

[2] *Bibl. or.*, t. III, part. II, p. 837. — Inutile de relever la traduction de Pauthier : « Adam, pape de la Chine. »

[3] J.-S. Assemani, *Bibl. or.*, t. III, part. I, p. 143.

[4] *Tract. VI,* cap. I, ap. Mai, *Script. vet. nov. coll.*, t. X, pp. 106-107 et 270-271.

VI. — *L'auteur du monument.*

En bas, hors de l'encadrement, on lit en syriaque : « L'an mil quatre-vingt-douze des Grecs (780-781 de J.-C.), Mar Iezdebouzid, prêtre et chorévêque de Koumdan, ville royale, fils du bienheureux Milis, prêtre originaire de Balk, ville du Tocharistan, a érigé cette table de pierre, sur laquelle sont gravées la vie (proprement la manière d'agir) de Notre Sauveur et la prédication de nos pères auprès du roi des Chinois. »

Iezdebouzid peut aussi se prononcer Izdebouzid, Iezdbouzid ou Izdebouzaid; c'est un nom persan que portait l'auteur du monument, parce que sa famille était originaire d'une province de l'ancien empire des Sassanides. Son père était le prêtre Milis. Ce nom correspond au grec Mélèce; il était fort en usage chez les Nestoriens. On connaît les *Actes* du martyre de saint Milis, évêque de Suse au IV^e^ siècle. Il n'est pas étonnant que Iezdebouzid fût fils d'un prêtre pieux, car chez les Nestoriens, comme chez les Orientaux en général, les prêtres séculiers sont mariés; il n'y a que les prêtres qui sont moines et vivent dans les monastères qui ne le sont pas. Les évêques sont astreints au célibat; pour cette raison, on les choisit toujours parmi les moines, règle qui a été plus d'une fois violée par les Nestoriens. Les prêtres séculiers ne peuvent plus se marier lorsqu'ils ont reçu les ordres sacrés; ils se marient avant de les recevoir. Iezdebouzid était prêtre comme son père, et comme lui il était marié. Car l'inscription mentionne son fils Adam comme diacre.

Iezdebouzid avait la dignité de chorévêque de la ville même et de l'évêché de Si-ngan-fou, que le texte syriaque n'appelle pas de son nom chinois, mais du nom de Koumdan que lui donnent les écrivains syriens et arabes du moyen âge. J.-S. Assemani répète plusieurs fois, en se fondant sur Renaudot, que Koumdan, c'est Nankin : « ***Chumdana Metropolis Sinae meridionalis eadem ac Nankinum, ut ostendit Renaudotius. Sedes fuit episcopi Masinae, hoc est, Sinae australis*** [1]. » Payne Smith, dans son grand

[1] *Bibl. or.*, t. III, part. II, p. 738. Cfr. *ibid.*, pp. 552 et 779.

Thesaurus syriacus, a reproduit l'erreur d'Assemani [1]. Le patriarche actuel des Chaldéens, Mgr Khayyath, a suivi la même erreur [2]. Renaudot, en effet, a confondu dans les relations qu'il a publiées des voyages faits aux Indes et à la Chine au IXe siècle par des musulmans, la ville de Koumdan avec Nankin [3]. Mais Reinaud, qui a donné le texte arabe de ces récits avec une traduction plus exacte, corrige cette erreur et dit dans son *Discours préliminaire :* « La capitale de l'empire était alors la ville nommée actuellement Si-ngan-fou, laquelle était appelée par les écrivains arabes et syriens du moyen âge Khomdan. Si-ngan-fou, qui, ainsi que Deguignes l'a reconnu le premier, se nommait Tchan-gan ou la cour occidentale, est située sur les bords du Waï, l'un des affluents du fleuve Jaune dans la province du Chen-si [4]. » M. Legge confirme l'assertion de Reinaud en disant comme lui que Khoumdan est le nom que les anciens mahométans donnaient à Si-ngan-fou, qui était, sous la dynastie des Tang, la principale des deux capitales du royaume [5].

Milis ou Mélèce, père du chorévêque, était originaire de *Balk*, ville du Tocharistan. Balk ou Balak ou Balch, ville de l'ancienne Bactriane, capitale de cette partie du Chorassan qui s'appelle Tocharestan ou Tokharistan, à quelque distance de l'Oxus (Amou-Daria), au sud, est comptée au nombre des vingt-sept sièges métropolitains qui relevaient autrefois du catholique nestorien de Séleucie et elle occupe dans la table d'Amrou la vingtième place [6]. On ne sait pas à quelle époque le christianisme pénétra dans cette ville. Mais, d'après Ébed-Jésus [7], la foi chrétienne avait déjà pénétré dans

[1] *Thesaurus syr.* Oxonii, 1868-1893, ad h. v — Le père Brun l'a omis dans son *Dictionarium syriaco-latinum.* Beyrouth, 1895.

[2] *Syri orientales.* Romae, 1870, p. 152.

[3] *Anciennes relations des Indes et de la Chine de deux voyageurs mahométans qui y allèrent dans le IXe siècle de notre ère.* Paris, 1718, p. 237.

[4] *Relation des voyages faits par les Arabes et les Persans dans l'Inde et à la Chine.* Paris, 1835, t. I, Disc. prél., p. 116. — Khoumdan est en effet le nom qu'on trouve plusieurs fois pour Si-ngan-fou dans le texte arabe de ces *Relations.*

[5] *Christianity in China.* London, Trübner, 1888, pp. 31 et 35.

[6] Cfr. J.-S. Assemani, *Bibl. or.*, t. III, part. II, pp. 727 et 728.

[7] Voir Ébed-Jésus, *Tract. VIII*, cap. XV, dans Mai, *Scriptor. vet. nov. collect.*, t. X. — Le premier évêque de Merv fut Barsabas, qui se réfugia dans cette ville en 334 pour échapper à la persécution de Sapor.

le Chorassan et Merv était un siège renommé en 410. Le catholique des Nestoriens Saliba-Zacha (710-726) reconnut comme métropolitains les sièges de Hérat, de Samarcande et de Chine. Nul doute que le siège de Balk n'existât dès lors. Après ces lignes, trois mots chinois : *seng-ling-pao,* le moine Ling-pao.

Puis en syriaque : « Adam, diacre, fils du chorévêque Iezdebouzid. » Le mot syriaque « Meschamschana », ministre, signifie quelquefois tous les clercs inférieurs au prêtre, mais sa signification ordinaire est *diacre.* Le syriaque permet de rapporter le mot chorévêque à Adam ou à Iezdebouzid. C'est cependant au second qu'il faut régulièrement le rapporter, d'après la syntaxe syrienne. D'ailleurs, Iezdebouzid était chorévêque et Adam n'étant que diacre ne l'était pas. Car la charge de chorévêque ou visiteur n'était confiée qu'aux prêtres. C'est à tort que Pauthier, qu'Assemani avait corrigé d'avance, a fait du diacre Adam un chorévêque. Adam est mentionné parce qu'il remplissait, près de son père, les fonctions de diacre.

Est ensuite mentionné « Mar Serghis, prêtre et chorévêque ». Le mot *Mar,* qui correspond exactement au français *Monseigneur,* est un titre que les Syriens donnent aux saints, aux évêques et aux supérieurs des monastères, peut-être parce que ceux-ci sont assez souvent revêtus de la dignité épiscopale. Serghis, c'est le nom latin Sergius, Serge. Il est d'un fréquent usage chez les Syriens. Serghis a le titre de chorévêque, sans autre désignation. Nous avons eu plus haut Adam, chorévêque du Sinestan, et Iezdebouzid, chorévêque de Koumdan; plus loin, dans la série des noms, nous trouvons Mar Serghis, prêtre et chorévêque, qui semble être le même que celui-ci, puisqu'il a tous les mêmes titres, et là il est dit chorévêque de Schiangt-sou.

Viennent ensuite les mots chinois : « Le reviseur et correcteur ayant concouru à l'érection de la pierre monumentale, le moine Hing-Thoung. » Après ces mots chinois, le calque reproduit par Kircher, Assemani et Pauthier donne : « Sabar-Jésus » ou « Sabran-Jésus », prêtre. Ces mots ne sont pas lisibles sur notre photographie, mais bien sur celle du Père Havret. « Gabriel, prêtre et archidiacre de cette Église de Koumdam et de Sarag. » Pauthier a lu archidiacre et chef de la ville de Koumdan; Assemani, archidiacre et chef de l'Église de Koumdan. Notre photographie ne donne que les

premières lettres du mot Koumdan, mais le calque donne nettement « de cette Église » ou « chef de l'Église ». La photographie du Père Havret donne de même « chef de l'Église ». En dehors de l'encadrement, il est question d'un second archidiacre : « Gagoui, prêtre et archidiacre de Koumdan. » Il y avait donc deux archidiacres à Koumdan, mais sans doute pour deux églises distinctes; car l'un est archidiacre de Koumdan et Sarag, et l'autre de Koumdan et en même temps annaliste. L'archidiacre était un des hauts dignitaires du clergé dans l'Église nestorienne. Il occupait la première place après l'évêque. C'était à lui de diriger l'office, d'indiquer à chaque prêtre sa place au chœur, de régler les différends qui s'élevaient entre les membres du clergé, de partager entre eux les dons et les aumônes; en un mot, c'était, selon l'expression des canons, « le bras droit de l'évêque ».

Le mot « archidiacre » n'est autre que le grec αρχιδιακονος, « chef des diacres ». Dans le principe, les archidiacres n'étaient pas prêtres. On ne peut préciser le temps où ils furent élevés à la dignité sacerdotale. Le pontifical nestorien, dans le rite de l'ordination, les appelle prêtres; Ébed-Jésus les range parmi les prêtres et les met au-dessus des chorévêques [1]. Les hautes fonctions qui sont attribuées à l'archidiacre, dès 410, dans le concile d'Isaac, autorisent à croire que déjà, dès cette époque, l'archidiacre avait la dignité sacerdotale. Le concile d'Isaac veut que l'évêque n'ait dans sa ville qu'un seul archidiacre qui soit éloquent, plein de doctrine, soigneux pour les pauvres et les étrangers, zélé pour les offices et habile à tout régler dans l'église. Les prêtres et les diacres ne peuvent pas s'absenter de la ville sans sa permission.

Il remplace l'évêque absent comme font nos vicaires généraux [2]. Au reste, l'inscription donne expressément aux deux archidiacres le titre de prêtre, et il est certain que les archidiacres appartenaient longtemps avant cette

[1] Traité intitulé : *La perle*, dans MAII, *Scriptor. vet. nova collect.*, t. X, p. 329.

[2] Voir mon opuscule : *Concilium Seleuciae et Ctesiphonti habitum anno 410*, can. 15, 19, 20 et 22. Cfr. ÉBED-JÉSUS, *Tract. VI*, cap. VIII, où il récite un canon de Jésuiab (650-660) qui reproduit les canons d'Isaac. Voir aussi ASSEMANI, *Bibl. or.*, t. III, part. II[a], pp. 838-848; DENZINGER, *Ritus orientalium*, t. II, p. 257; BADGER, *The Nestorians and its Rituals*. London, 1852, t. II, p. 339.

époque à l'ordre sacerdotal chez les Nestoriens. Ainsi, au synode de Babaï, en 499, Sila, archidiacre du patriarche, appose sa signature dans les termes suivants : « Moi, Sila, prêtre et archidiacre de Mar Babaï, évêque-catholique d'Orient, j'ai apposé ma signature sur cet écrit par ordre de Mar Babaï, catholique [1]. »

Gabriel porte le titre d'archidiacre de Koumdan et de Sarag. J.-S. Assemani fait de Sarag une ville de la Chine méridionale [2]. Cette conjecture me paraît peu probable. L'inscription nous apprend que l'empereur Sou-Tsong avait fait bâtir des églises dans les cinq principautés de l'ouest, qui comprenaient alors la Tartarie et même le Turkestan oriental. C'est de ce côté-là que je chercherais plutôt la ville de Sarag. Ce nom n'est pas chinois et il n'est pas mentionné ailleurs dans les écrivains syriens. Je l'assimilerais plutôt à la ville qu'Aboulféda appelle *Zarang*, qui se nommait antérieurement *Ramscherestan*, et, du nom de la province, *Sagastan*. Élie de Damas, au X^e^ siècle, mentionne cette ville comme siège épiscopal suffragant de Hérat. Vers le milieu du XI^e^ siècle, George fut transféré du siège de Cascar en Babylonie au siège du Chorassan, du Ségestan et de la Chine septentrionale [3]. Sans doute que les persécutions avaient réduit ces églises à un petit nombre de fidèles. Le Père Havret [4] fait de Sarag la même ville que Saraj, Saraï, Saray, Sara, capitale des Khans Mongols du Kiptchak, située sur la rive gauche de l'Aktuba. Cette identification me paraît assez probable. Si elle est vraie, il en résultera que le nestorianisme avait dès lors pénétré bien avant dans la Russie d'Asie.

[1] Guidi, lieu cité, p. 400.
[2] *Bibl. or.*, t. III, part. II^a^, p. 552.
[3] Cfr. J.-S. Assemani, *Bibl. or.*, t. III, pp. 2 et 776.
[4] Ouvrage cité, Introduction, note 3.

VII. — *Hors de l'encadrement à droite par rapport au lecteur.*

Le syriaque nous donne quatre séries de noms séparées par quatre séries de noms chinois, qui correspondent exactement aux séries syriaques. Ces quatre séries comprennent en syriaque trente-neuf noms. Les deux derniers, illisibles sur notre photographie, sont lisibles sur celle du Père Havret et sur le calque.

La première série contient onze noms. En tête, Mar Jouhanon ou Jean, évêque. Chez les Nestoriens comme chez les autres Syriens, comme chez les Grecs et chez les Latins, les évêques sont désignés par leur nom de baptême. Il n'est pas dit de quelle ville Jean était évêque, mais c'est sans doute de la ville royale de Koumdan, où le christianisme était florissant depuis un siècle et demi, sauf l'interruption causée par la persécution bouddhiste, qui dura peu de temps. L'inscription ne donne aucun détail sur le nombre d'évêchés qui existaient en Chine au moment de l'érection de la pierre; mais comme elle mentionne trois chorévêques, et comme il devait n'y avoir qu'un chorévêque par évêché, on peut en conclure que la Chine comptait alors au moins trois évêchés. Outre l'archevêché de Koumdan, il devait y avoir l'évêché de Schiangt-sou, puisque le chorévêque est nommé [1]. D'autres documents nestoriens appuient cette conclusion.

Ébed-Jésus, décrivant dans sa *Collection des canons*, t. VIII, c. 15, l'ordre des sièges métropolitains et l'époque de leur création, dit : « Ce fut le catholique Saliba Zacha (714-728) qui établit les sièges de Hérat, de Samarcande et de Chine. Il y en a qui disent qu'Achée (411-415) et Sila (503-520) les ont établis. Pour la préséance, le siège de Hérat et celui de l'Inde précèdent celui de Chine, et le siège de Chine celui de Samarcande. » Le siège de Hérat avec celui de Merv et celui du Ségestan sont effectivement déjà mentionnés dans le synode de Dad-Jésus, en 430 [2]. Les sièges de Samarcande

[1] Les canons mentionnent cependant quelquefois un visiteur pour les prêtres séculiers et un visiteur pour les monastères, lequel devait être moine.

[2] La métropole de Hérat avait pour suffragants Ségestan, Toûs et sans doute aussi Balch.

et de Chine ne sont pas mentionnés, non plus que celui de l'Inde; mais on ne pourrait en conclure qu'ils n'existaient pas encore; car ces deux sièges, ainsi que celui de l'Inde, étaient trop éloignés pour que leurs titulaires pussent se rendre, à travers des déserts et des montagnes, par des chemins périlleux, à Séleucie-Ctésiphon afin d'assister au concile. Néanmoins, les données historiques contenues dans l'inscription faisant venir Olopen en Chine seulement en 635, on ne peut attribuer à Sila ou à Achée la création du siège métropolitain de Chine. Car, régulièrement, un évêque métropolitain comptait sous lui plusieurs suffragants; si la religion chrétienne avait pénétré plus tôt en Chine, — ce que nous rechercherons plus loin, — assurément elle n'y était pas assez florissante pour en faire une province ecclésiastique. Il en fut tout autrement au temps de Saliba Zacha. Alors régnait l'empereur Hiouen-tsoung, très favorable aux chrétiens, et l'inscription nous dit que des Badhanta vinrent alors des contrées de l'Occident, probablement de Balch, de Hérat, de Merv ou d'autres villes du Chorassan, qui, à cette époque, s'étendait jusqu'aux frontières de la Tartarie, soumise à la Chine. Les missionnaires étaient sans doute envoyés par Saliba Zacha avec le caractère épiscopal, puisqu'ils étaient de « haut rang ».

Le catholique Timothée, qui succéda à Hanan-Jésus II en 780 et occupa le siège patriarcal des Nestoriens pendant quarante-trois ans, convertit à la foi chrétienne plusieurs rois d'Orient, envoya des évêques au loin et, entre autres, envoya en Chine un métropolitain appelé David [1].

Un autre document de la seconde moitié du IX^e^ siècle fait aussi mention du siège métropolitain de Chine. Le catholique Théodose, qui occupa le siège patriarcal des Nestoriens de l'an 852 à 868, décida que les métropolitains de la Chine, de l'Inde, de la Perse, de Samarcande, de Hérat, de Merv, de Scham et de Razig ne devraient envoyer leurs lettres de communion au patriarche que tous les six ans, à raison de l'éloignement et des difficultés des correspondances par terre et par mer [2].

Comme nous venons de le voir, Ébed-Jésus, qui écrivait au XIV^e^ siècle,

[1] Le fait est rapporté par Thomas de Marga dans ASSEMANI, *Bibl. or.*, t. III, part. I, p. 143.
[2] Cité par ÉBED-JÉSUS, *Collect. can.*, tract. VIII, cap. XIX.

met le siège métropolitain de l'Inde avant celui de Chine; Amrou, au contraire, met la Chine avant l'Inde [1]. Les Kéraïtes, convertis au christianisme au XI[e] siècle par le métropolitain de Merv [2], et les Oïgours, qui étaient tributaires de la Chine sous la dynastie des T'ang, appartenaient au siège métropolitain de Chine, qui existait encore au XIV[e] siècle.

Après Mar Jean, évêque, viennent dix prêtres séculiers. Car l'inscription ne leur donne pas, comme à la série suivante, l'épithète de « moine ». Ce sont : 2. Isaac; 3. Joël; 4. Michel; 5. George; 6. Mahdadgousnasab; 7. Meschihadad; 8. Éphrem; 9. Aba; 10. David; 11. Moïse. Mahdadgousnasab est composé de deux noms persans : Mahdad = *créé par la lune,* et Gousnasp, qui entre dans beaucoup de composés et est formé de *gusan,* fort, et de *aspa,* cheval. (Voir Justi *Iranisches Namenbuch,* Marbourg, 1895.) Cette note m'a été fournie par le docte éraniste Casartelli. Assemani [3] avait d'abord mis : 7. Mar Adad; 8. Isaac; 9. Isaac; mais dans l'erratum il a corrigé et mis Meschihadad, Éphrem et Abi pour Aba, de sorte qu'il a les mêmes noms que la photographie. Kircher, que Pauthier et Dabry de Thiersant ont eu le tort de suivre, parce qu'ils ne connaissaient pas Assemani, met : 7. Moutschadad; 8. André; 9. André. Le texte chinois donne à tous le nom de « moine », mais il ne distingue pas les prêtres séculiers des moines.

A la seconde série, nous trouvons quatre prêtres-moines : Joseph, Élie, Moïse, Ébed-Jésus, puis Siméon ou Simon, prêtre du tombeau, sans doute sacristain, et Iouhannis ou Jean, diacre-cénobite. Assemani a également six noms, mais au lieu de Joseph il met Acace et au lieu de Iouhannis il met Jouhanon en syriaque. En outre, tandis qu'il met en syriaque Jouhanon, diacre-cénobite, sa traduction latine donne : « Joannes, presbyter et monachus. » La photographie du Père Havret et le calque ont Bacchus au lieu de Joseph. La première série énumère, après l'évêque Jean, dix prêtres, sans ajouter d'autre qualification. Il faut donc admettre

[1] Dans J.-S. Assemani, *Bibl. or.*, t. II, p. 458.
[2] Cfr. Gregorii Barhebraei *Chron. eccl.*, sect. II, p. 280.
[3] *Bibl. or.*, t. III, part. II, p. 543.

que ce sont des prêtres séculiers. La seconde série, au contraire, comprend quatre prêtres-moines et un diacre-moine. Il s'agit donc de prêtres réguliers. Il faut savoir que les Nestoriens, comme les Grecs, avaient leurs ἱερομοναχοι, moines-prêtres; les moines faisaient tous les mêmes vœux de chasteté, de pauvreté et d'obéissance; le célibat était de rigueur; mais dans un monastère, quelques moines seulement étaient élevés au sacerdoce, les autres ne recevaient que la tonsure monacale; cependant tous étaient astreints à assister à l'office canonique. Rabban Péthion, auteur du rite de la tonsure des moines, était prêtre-moine comme ceux dont il est parlé ici. Le diacre Jean est appelé « diacre vida »; c'est sans doute « dairaia » qu'il faut lire, proprement « diacre-cénobite », tandis que les quatre prêtres sont appelés « prêtres ihidaiés », prêtres-moines; mais les deux expressions sont employées indifféremment pour désigner les moines en général. Siméon ou Simon — car en syriaque, comme en hébreu, c'est le même nom qui se prononce « Schem'oun » — est qualifié du titre de « prêtre du tombeau ». C'est probablement le prêtre qui a soin du tombeau [1] et de l'autel, qui est le gardien du sanctuaire, c'est-à-dire de cette partie de l'église où se trouve l'autel et qui, dans les rites orientaux, est fermée par des rideaux durant certaines parties de la messe. Il n'est pas dit si ce prêtre était moine; mais on peut le supposer, puisqu'il se trouve dans la série des moines.

Il faut observer que Jean, diacre, n'est pas sur la même ligne que les cinq prêtres. Kircher et ceux qui l'ont suivi, comme Pauthier, omettent la qualification de moine après le mot prêtre et laissent de côté le diacre Jean.

La troisième série, nos 18-28, comprend treize noms : Aaron, Aggée, Job, Luc, Matthieu, Jean, Jésu-Émé, Jean, Sabar-Jésus, Jésu-Dad, Luc, Constantin, Noé. Les trois noms nos 23-25, Jean, Jésu-Émé et Jean, sont presque illisibles sur notre photographie. Assemani a aussi treize noms, mais au lieu de Aggée il met Pierre. Au lieu de Noé, il avait mis Jean, mais il s'est corrigé dans l'Erratum. Au no 19, il a Jean et dans l'Erratum

[1] Assemani a lu « kankaia », « sacristain », mais notre photographie et le calque donnent « deqabra » du tombeau. Il était gardien du tombeau du saint ou du martyr auquel était consacrée l'église.

Job. Kircher et ses disciples ont onze noms; ils omettent Jésu-Émé et Jean qui suit.

La quatrième série, nos 31-41, comprend onze noms : Adadsabas, Jean, Énos, Mar Serghis, Isaac, Jean, Mar Serghis, Pousi, Siméon, Isaac, Jean. Ces deux derniers noms sont illisibles sur notre photographie. Assemani a aussi onze noms; mais dans l'Erratum il efface un des deux, Mar Serghis. Quant à Kircher et ses copistes, ils omettent trois noms et bouleversent l'ordre. A l'exception de Serghis, qui a le titre honorifique de *Mar*, les autres noms n'ont aucun qualificatif. Il en est de même des deux séries 6 et 7. Faut-il en conclure que ces noms désignent de simples fidèles? On le croirait, puisque le syriaque n'ajoute pas le mot prêtre ou moine, mais le texte chinois indique le contraire, car il donne à tous le titre de moine.

VIII. — *Hors de l'encadrement à gauche.*

En commençant par le haut, nous avons d'abord la cinquième série, nos 42-52, qui comprend onze noms. Cette série est facile à lire sur la photographie. Un seul nom offre du doute pour la première lettre : c'est Gagoui, que Kircher rend par Aggée, Pauthier par Agoui et Assemani par Grigour. La vraie lecture me paraît être Gagoui ou 'Agoui, comme a lu Pauthier. Ce Gagoui porte le titre d'archidiacre de Khoumdan et Maqriana [1]. Au lieu de Maqriana, Kircher et Assemani ont lu *medinta*, ville, et ont traduit « archidiacre de la ville de Koumdan ». Mais la photographie donne « et Maqriana ». Au bas de l'inscription, nous avons vu mentionner Gabriel, archidiacre de Koumdan et Sarag. Il y avait donc, contrairement à la prescription du concile de Séleucie de l'an 410, deux archidiacres à Koumdan, mais ils avaient des fonctions différentes. Gagoui avait le titre de *Maqriana* ou *lecteur*. Le Père Haller entend par là la charge d'historiographe ou d'annaliste. Il joignait donc à sa charge d'archidiacre celle d'annaliste, mais peut-être faut-il entendre par Maqriana le chef de l'École de Koumdan.

[1] Le mot syriaque pourrait aussi se lire « Maqrina ».

Dans cette série, nous trouvons d'abord Jacob ou Jacques [1], sans autre désignation que celle de prêtre, puis Mar Serghis, prêtre et chorévêque de Schiangt-sou. Schiangt-sou est le seul nom chinois qui soit reproduit en syriaque.

Tous les noms de cette première série de gauche, comme ceux de la première série de droite, ont le titre de prêtre. Le dernier est Siméon; il a le titre de « prêtre et ancien (saba) ». Le mot syriaque « saba » signifie proprement *vieillard* ou *vieux*. Il se met quelquefois comme synonyme de πρεσβυτερος, prêtre. Ailleurs, c'est un titre d'honneur. Cette qualification est omise chez Kircher, Assemani et les autres. Désigne-t-elle ici le plus ancien des prêtres ou une dignité particulière? Comme Siméon est appelé « prêtre et ancien », il semble que ces deux mots désignent deux titres ou deux fonctions différentes. Dans le canon 23 du concile de Séleucie-Ctésiphon de l'an 410, il est question du prêtre qui a le titre de « saba » ou ancien. Le canon défend aux prêtres qui sont plus jeunes d'offrir le saint sacrifice lorsque le « prêtre saba », ou, comme nous dirions, le doyen d'âge, est présent.

La sixième série, nos 53-65, comprend treize noms. Le premier est Jacob ou Jacques, qui a le titre de « Qancaia ». Assemani, en tenant compte de l'Erratum, est complètement d'accord avec la photographie, sauf qu'il donne le titre de prêtre aux trois premiers, ce que font aussi Kircher et ses copistes. Chez ces derniers, on trouve Ananie pour Zacharie, Cus pour Bacchus, Amion pour Emmanuel et Mar Joseph pour Mar Serghis. Comme la qualification de prêtre ou de moine n'est jointe à aucun des treize noms, il semblerait légitime d'en conclure, comme pour les séries trois et quatre, qu'il s'agit de simples fidèles, sans doute des notables de la communauté; mais le texte chinois leur donne à tous le titre de moine. Un nom cependant mérite de fixer l'attention : c'est Mar Serghis. « Nous trouvons ce nom d'abord au bas de l'inscription : Mar Serghis, prêtre et chorévêque; puis deux fois à la quatrième série, où nous avons simplement, comme ici, Mar Serghis; enfin, à la cinquième série : Mar Serghis, prêtre et chorévêque de

[1] Jacob et Jacques, c'est le même nom en syriaque comme en latin.

Schiangt-sou. Serghis revient donc cinq fois dans la liste entière. D'autres noms reviennent aussi plusieurs fois; ainsi nous trouvons dix Jean. Comme ce sont des noms de baptême, rien n'empêche que dix personnes différentes aient porté le même nom de Jean. Mais il y a ici une difficulté particulière. On peut croire que Mar Serghis, nommé simplement chorévêque au bas de l'inscription, est le même que Mar Serghis, chorévêque de Schiangt-sou. Mais les trois autres Mar Serghis, quels sont-ils? Leurs noms se trouvent parmi ceux des simples moines, et les trois fois Serghis est précédé de « Mar », Monseigneur, titre d'honneur qui ne se donne qu'aux saints et aux dignitaires ecclésiastiques, mais pas aux simples moines [1]. Faut-il donc admettre cinq Serghis dont deux sont chorévêques et les trois autres ont cette même dignité ou une dignité plus élevée qui ne peut guère être que celle d'évêque? Mais s'il s'agissait d'évêques, leur dignité serait indiquée comme elle l'est pour Jean. D'ailleurs, il n'est pas probable que trois évêques eussent en même temps dans le même pays porté le même nom; il n'est pas plus plausible d'admettre cinq chorévêques appelés Serghis. Ces trois Mar Serghis seraient-ils peut-être les abbés de trois monastères différents? Cela est plus admissible, d'autant plus que le titre de Mar a été quelquefois donné à des moines [2]. Il serait plus simple de n'admettre qu'un Mar Serghis; mais on se demande pourquoi il serait répété quatre fois dans les listes qui sont aux deux côtés de l'inscription chinoise.

La septième série, nos 66-70, ne contient que cinq noms : Gabriel, Jean, Salomon, Isaac et Jean. Kircher et ses copistes ont mis Siméon au lieu de Salomon; mais il a oublié ces noms dans la table latine. Dans son *Prodromus copticus*, page 83, il a ajouté des noms égyptiens et éthiopiens tirés de son imagination.

Entre les séries de noms syriaques, il y a des séries de noms chinois qui

[1] « Mar, id est *Dominus meus*, titulus viris sive sanctitate sive episcopali dignitate insignitis attributus. » (J.-S. Assemani, *Bibl. or.*, t. I, p. 25, marg. Cfr. P. Smith, *Thesaur. syriac.*, ad h. v.)

[2] L'écrivain nestorien Atqum, quoique simple moine, est appelé par Ébed-Jésus, dans son *Catalogue des auteurs ecclésiastiques*, n° 148, *Mar Atqen*. Voir Assemani, *Bibl. or.*, t. III, part. I, p. 216.

correspondent aux noms syriaques et donnent les noms de soixante-dix moines. Nous avons compté en syriaque soixante-dix noms, mais quelques-uns, comme Jean, Jésu-Émé et Jean de la troisième série, et Isaac et Jean de la quatrième, sont presque illisibles sur notre photographie.

J.-S. Assemani dit que ces sept séries comprennent les noms des soixante-dix prédicateurs qui ont annoncé l'Évangile en Chine depuis l'an 636 jusqu'à l'érection du monument [1]. Cette assertion ne repose sur aucune donnée de l'inscription. Les sept séries de noms inscrites sur les deux côtés de la pierre ne renferment aucun titre ni aucune note pour appuyer le sentiment du docte Maronite. Il me paraît plus probable que ces noms sont ceux de l'évêque, des prêtres et des moines qui étaient alors à Si-ngan-fou et qui avaient, d'une manière ou de l'autre, concouru à l'érection du monument. C'est aussi le sentiment du père Heller.

INTRODUCTION DU CHRISTIANISME EN CHINE D'APRÈS LES SOURCES SYRIAQUES.

L'inscription nous apprend que la religion chrétienne, telle que l'ont conservée les Nestoriens, fut établie à Si-ngan-fou ou Koumdan, alors capitale de l'empire chinois, sous la dynastie des T'ang, par un chrétien nommé Alopen ou Olopen, venu du pays de Ta-Tsin. Ce nom de Ta-Tsin est assez mal défini et semble, pour les Chinois, comprendre la Perse, les provinces arrosées par l'Euphrate et le Tigre et, au delà de ces rivières, toute l'Asie occidentale. D'après l'inscription, Ta-Tsin désigne la Syrie dans son acception large. Tous les chrétiens de rite syriaque appartiennent à Ta-Tsin, qu'ils soient « Syriens occidentaux » relevant du patriarche d'Antioche, ou « Syriens orientaux » dépendant du catholique de Séleucie. La suite de l'inscription prouve qu'Olopen était un chrétien nestorien qui se servait de la langue syriaque et reconnaissait comme chef suprême le catholique ou patriarche, qui occupait le siège primatial de Séleucie-Ctésiphon, ancienne capitale des rois Sassanides, sur le Tigre, non loin de la ville actuelle de Bagdad et au sud de celle-ci.

[1] *Bibl. or.*, t. III, part. II, p. 542.

On peut se demander par quelle voie Olopen était parvenu à Si-ngan-fou dans le Chen-si. En second lieu, il n'est pas sans intérêt de rechercher si, avant Olopen, le christianisme était ou n'était pas connu en Chine. Les auteurs grecs et latins sont, comme on le sait, extrêmement sobres de renseignements sur les commencements du christianisme dans l'Asie centrale et même ils se taisent complètement sur la Chine [1]. J'ai fait quelques recherches dans les écrivains syriens. Il ne sera pas inutile, je pense, de les consigner ici.

Dès les premiers temps du christianisme, on connaissait la voie de mer pour arriver dans l'Inde et en Chine; mais on n'ignorait pas non plus la voie de terre. « Dans les premiers siècles de notre ère, dit le savant orientaliste Reinaud [2], un commerce très actif se faisait par terre entre l'Asie orientale et les contrées de l'Occident. Les marchands de la Perse, comme ils le firent plus tard sous les khalifes arabes, partaient du Khorassan et franchissaient l'Oxus; les Romains, à qui la Perse était fermée, passaient au nord de la mer Caspienne et se dirigeaient sur Taschkend. Massoudi dit avoir vu à Balch, rapporte encore M. Reinaud, un vieillard qui avait fait plusieurs fois le voyage de Chine et toujours par terre [3]. » L'inscription montre qu'il y avait des relations au VIII[e] siècle entre Balch dans le Tocharestan et Si-ngan-fou. On vient de publier l'*Histoire* du célèbre patriarche nestorien Jabalaha III (1281-1317) et de son compagnon Rabban Çauma; ces deux moines oïgours, nés l'un à Pékin, l'autre à quinze journées de là, qui partirent de Pékin, passèrent par Koschang, Tangout, Khotan, Kaschgar, parvinrent, après de grandes fatigues et un voyage de six mois, à Tous dans

[1] Arnobe cependant, parlant des miracles qui amenaient les nations à la foi chrétienne, mentionne parmi ces nations les *Sères* ou Chinois : « Enumerari non possunt quae in India gesta sunt, apud Seras, Persas, Medos, in Arabia, Ægypto, in Asia, Syria, etc. » (*Adv. Gentes*, t. II, p. 12.)

[2] *Relation des voyages faits par les Arabes et les Perses au IX[e] siècle.* Paris, 1845, t. I, Disc. prélim., p. 158. — Cette relation, publiée d'abord par Renaudot, a été corrigée par Reinaud sur le texte arabe, donné pour la première fois dans cette seconde édition.

[3] *Ibid.*, p. 160.

le Khorassan et de là à Bagdad, d'où Rabban Çauma fut envoyé en ambassade à Rome et à Paris par le roi Argoun [1].

L'inscription fait venir Olopen de l'Occident, du pays de Ta-Tsin; elle ne précise pas autrement. Comme il a été dit plus haut, ce pays de Ta-Tsin désigne pour les Chinois des contrées occidentales fort étendues et assez vaguement délimitées, car les connaissances géographiques des Chinois n'étaient pas bien précises. Sous ce nom vient l'empire d'Orient, particulièrement la Syrie; sous ce même nom viennent aussi la Mésopotamie, les bords du Tigre et les provinces de l'empire des Sassanides, jusques et y compris le Chorassan; car dans toutes ces contrées, il y avait des chrétiens qui employaient dans leurs écrits et surtout dans leurs offices liturgiques la langue syriaque [2]. Olopen, l'inscription le prouve, était Nestorien; c'est donc dans les contrées où les Nestoriens étaient répandus qu'il faut chercher le lieu de départ de ce missionnaire. Or, au commencement du VII[e] siècle, les Nestoriens étaient nombreux dans le royaume des Sassanides; leur catholique ou patriarche demeurait dans la capitale, Séleucie-Ctésiphon, sur les bords du Tigre; ils avaient des métropolitains et de nombreux évêques dans l'Assyrie, l'Aderbeidjan, la Susiane, la Perse et le Chorassan. Dans ce dernier pays, les Nestoriens avaient des sièges métropolitains ou épiscopaux à Marou ou Merv, à Hérat, à Phirous-Sapor, à Rivardaschir, à Ségestan. Lorsque Séleucie-Ctésiphon fut prise par les Arabes vers 637, le dernier roi des Perses, Isdegerde, privé de sa capitale, s'enfuit dans le Chorassan et se cacha au fond de son empire, dans le Ségestan, où beaucoup de chrétiens de langue syriaque s'étaient réfugiés pour échapper au glaive des sectateurs de Mahomet [3]. Il est probable que c'est du Chorassan qu'Olopen

[1] M. P. Bedjan, prêtre lazariste né en Perse et demeurant actuellement à Ans, près de Liége, a publié en 1888 l'*Histoire de Mar Jabalaha* en syriaque et en a donné une seconde édition en 1895. M. J.-B. Chabot en a fait une traduction française avec notes et documents, sous ce titre : *Histoire de Mar Jabalaha III, patriarche des Nestoriens, et du moine Rabban Çauma*. Paris, 1895.

[2] Sur Ta-Tsin, voir PAUTHIER, *Ann. de phil. chrét.*, 1857, t. LIV, pp. 270-280 et 450-462.

[3] Voir GREGORII BARHEBRAEI *Chron.*, ed. P. Bedjan. Syriace. Paris, Maisonneuve, 1890, pp. 101 et 102.

sera parti pour arriver en Chine à travers le Turkestan et la Tartarie.

La seconde question est plus difficile à résoudre. Sont-ce les Nestoriens qui les premiers, en 635, ont introduit le christianisme en Chine? Fut-il complètement inconnu dans cet immense empire durant les six premiers siècles de notre ère? Les prêtres et les moines chrétiens n'ont-ils pas été assimilés et confondus avec les moines et les prêtres bouddhistes? La confusion a pu se faire d'autant plus facilement que les uns et les autres sont désignés en chinois par le nom de « bonze » et que les monastères bouddhiques ressemblent en plus d'un point aux monastères chrétiens. On demande encore si la foi chrétienne est entrée dans la Chine méridionale d'abord, ou par la voie de terre dans la Chine septentrionale.

Pour répondre à ces questions, il est nécessaire de rechercher ce que disent les monuments syriaques sur la prédication de l'apôtre saint Thomas.

C'est la tradition des Églises latine et grecque que saint Thomas a prêché la foi aux Indes et qu'il y a souffert le martyre. Nous avons là-dessus les témoignages de saint Ambroise [1], de saint Jérôme [2], de saint Grégoire de Naziance [3], de saint Paulin de Nôle [4], de saint Sophrone [5], des actes apocryphes latins et grecs et des martyrologes et synaxaires.

La tradition syrienne est beaucoup plus explicite et plus détaillée, surtout d'après les documents publiés depuis une cinquantaine d'années. D'après ces documents, saint Thomas, en se rendant dans l'Inde, prêcha l'Évangile aux Parthes [6], aux Mèdes, aux Perses, aux Bactriens, aux Margiens [7], aux Carmaniens, aux Indiens; après avoir pénétré jusqu'en Chine, il revint subir le martyre à Calamine, autrement nommée Méliapour ou Mailapora, ville située sur la côte de Coromandel, non loin de Madras, vers le sud.

1 In *Ps.* 45.

2 *Epist.* 168 *ad Marcell.*

3 *Orat.* 21.

4 *Carmine* 26.

5 Appendix ad opus S. Hieronymi *De vir. ill.*

6 Eusèbe, *Hist. eccl.*, tome III, page 1, dit qu'il a appris des anciens que saint Thomas a évangélisé les Parthes.

7 La Bactriane et la Margiane font partie du Chorassan.

D'après les *Actes syriaques de saint Thomas* [1], qui sont, il est vrai, apocryphes, mais cependant très anciens, puisque saint Éphrem les cite déjà, l'apôtre aurait été conduit dans l'Inde par un marchand nommé Haban. Présenté au roi Gundnaphar [2] comme architecte, Thomas aurait accepté de lui bâtir un palais, non sur la terre, comme le roi l'entendait, mais au ciel [3], ce que Thomas aurait réalisé en convertissant le roi, le frère du roi et les gens de sa cour. Thomas aurait ensuite continué ses prédications dans diverses contrées de l'Inde jusqu'aux montagnes, faisant partout de nombreuses conversions; enfin, il aurait été mis à mort par ordre d'un autre roi indien, nommé Mazdi ou Mezdi, et aurait été inhumé en dehors de la ville. Cette ville n'est pas nommée dans les *Actes syriaques*, qui ne parlent pas non plus des prédications de saint Thomas en Chine. Seulement les *Actes* ajoutent que lorsque le roi Mazdi fit ouvrir le tombeau de l'apôtre pour obtenir une guérison par ses reliques, le corps n'y était plus; il avait été transporté en Occident. Mais la poussière du tombeau opéra le miracle demandé [4].

D'après les *Actes*, le corps de saint Thomas aurait été transporté en Occident du vivant même du roi Mazdi. Saint Éphrem est l'auteur le plus ancien qui confirme cette tradition. Il fait ainsi parler le démon dans une hymne de la collection à laquelle M. Bickell a donné le nom inexact de *Carmina nisibena* [5] : « J'ai excité la mort à tuer les apôtres, pour me délivrer de leurs coups. Mais c'est pire encore. L'apôtre que j'ai tué dans l'Inde m'a précédé à Édesse. Il est là-bas et il est ici tout entier; je suis

[1] Ils ont été édités par W. WRIGHT, *Apocrypal Acts of the Apostels*. London, 1871, t. I, pp. 173-333; t. II, pp. 146-292; P. BEDJAN, *Acta martyrum et sanctorum*. Paris et Leipzig, 1892, t. II, pp. 3-175.

[2] On trouve en effet ce nom sur des monnaies de cette époque. Voir REINAUD, *Mémoires historiques et géographiques sur l'Inde*, dans MÉMOIRES DE L'ACADÉMIE DES INSCRIPTIONS, t. XVIII, pp. 94-96.

[3] Le Dr Schroeter a publié, dans *Zeitschr. d. deutsch. morgenl. Gesellsch.*, tome XXXV, l'*Homélie de Jacques de Saroug sur le palais bâti dans l'Inde par saint Thomas*.

[4] Le Synaxaire maronite et le Ménologe grec abrègent les Actes, ce que fait Grégoire Barhébreus en puisant aussi à d'autres sources.

[5] *S. Ephraemi Syri carmina nisibena*. Lipsiae, 1866, pp. 79 et 103.

allé là et il y était; je l'ai retrouvé ici et pour mon malheur. Le marchand [1] portait ses os ou plutôt ses os portaient le marchand. » Il résulte de ce passage que le corps entier de saint Thomas ne fut pas transporté à Édesse, puisque saint Éphrem dit qu'il est à Édesse et dans l'Inde; il en résulte, en second lieu, que les reliques de saint Thomas étaient déjà à Édesse avant l'an 373, date de la mort de saint Éphrem, et même avant 371, puisque Rufin, qui voyagea en Syrie en 371, les mentionne déjà [2].

Grégoire Barhébreus, dans son *Commentaire sur S. Matthieu*, dit : « Saint Thomas, après avoir prêché aux Parthes, aux Mèdes et aux Indiens, fut mis à mort à Calamine et transporté à Édesse [3]. » Dans sa *Chronique ecclés.*, sect. 2, c. I, citant l'*Enseignement des Apôtres*, il dit : « L'Évangile du Christ fut annoncé en Orient par l'apôtre saint Thomas dès la deuxième année après l'Ascension. En se rendant dans l'Inde, il évangélisa les Parthes, les Mèdes, les Perses, les Carmaniens, les Bactriens, les Margiens et les Indiens. » Il abrège ensuite le récit des Actes et termine en disant : « Comme il était monté jusqu'à la montagne de l'Inde, un idolâtre le frappa au côté et le tua. Le roi l'ayant appris transporta son corps à Calamine et l'y inhuma. Plus tard, on le transporta à Édesse et on le plaça dans la grande église bâtie en son honneur, comme le rapporte l'excellent Constant Bar-Luca. » Barhébreus ne dit pas à quelle époque la châsse de saint Thomas fut apportée à Édesse, mais dans la première section de sa *Chronique* il dit que « ce fut au temps d'Euloge », qui mourut évêque d'Édesse en 387 [4].

Avant Grégoire Barhébreus, Salomon, évêque de Bassora, avait déjà consigné la tradition syrienne dans son livre intitulé *L'Abeille* : « Thomas, dit-il, instruisit les Parthes, les Mèdes et les Indiens. A cause qu'il avait

[1] Allusion à Haban.

[2] *Hist. eccl.*, t. II, p. 5. Voir aussi Socrate, *Hist. eccl.*, t. IV, p. 18, et Sozomène, t. VI, p. 18.

[3] Édition J. Spanuth. Gottingae, 1879, p. 24 en syriaque.

[4] Gregorii Barhebraei *Chron. eccl.*, sect. I, col. 66. — Il faut prendre l'expression de Barhébreus dans le sens large : vers le temps d'Euloge, puisque saint Éphrem en parle déjà. La *Chronique d'Édesse* dit que la châsse de saint Thomas fut placée dans la grande église du saint en 394.

baptisé la fille du roi des Indiens, celui-ci le perça d'un coup de lance et il mourut. Le marchand Haban apporta son corps à Édesse, ville bénie par le Christ notre Dieu. D'autres disent qu'il fut inhumé à Mahloup, au pays des Indiens [1]. »

Une notice sur le lieu du décès de chacun des apôtres, contenue dans le manuscrit syr. add. 17, 193 fol. 80 de l'an 874 du Bristish Museum, parle ainsi de saint Thomas : « Thomas l'Apôtre prêcha ... dans l'Inde intérieure. Il baptisa la fille du roi des Indiens. Les brahmanes le tuèrent à Calimaia. Son corps fut transporté à Édesse, où il est conservé [2]. »

Tous ces témoignages démontrent surabondamment l'apostolat de saint Thomas dans l'Inde; mais ils ne disent rien de la Chine. L'apôtre pénétra-t-il jusqu'en Chine? Le livre intitulé *L'Enseignement des Apôtres* ou, comme d'autres traduisent, *La Doctrine des Apôtres,* ou encore, comme portent d'autres manuscrits, *L'Enseignement d'Adée,* livre que W. Wright fait avec raison remonter au IV[e] siècle [3], dit : « L'Inde, avec toutes ses contrées et *les pays limitrophes jusqu'à la Mer extrême,* reçut le sacerdoce de la main de Juda Thomas, qui fut gouverneur et chef dans l'Église qu'il y fonda et qu'il administra [4]. » La *Mer extrême* ou dernière désigne la

[1] *The book of the bee,* ed. Ern. Wallis Budge, dans *Anecdota Oxoniensia.* Oxford, 1886, Sam. Ser, vol. I, part. II, p. 119 du texte syriaque et p. 105 de la traduction.

[2] Ces divers documents n'appellent pas du même nom l'endroit où saint Thomas fut inhumé. La tradition des chrétiens de Malabar porte que le tombeau de saint Thomas est à Méliapour ou Mailapour près de Madras, au sud de cette ville, sur la côte de Coromandel. Amrou dit que ce tombeau est placé dans le couvent de saint Thomas, à droite de l'autel. Voir Assemani, *Bibl. or.*, t. III, part. II[a], p. 34; Land, *Anecdota syriaca,* t. I, p. 123; P. Smith, *Catalogus codd. syr. Bibl. bodl.*, p. 265. — Renaudot et Reinaud identifient avec Méliapour la ville appelée par les Arabes *Bethouma,* en syriaque *Beth-Thouma,* la ville de Thomas, la ville où se trouve son tombeau.

[3] *A short history of syriac litterature.* London, 1894, p. 27.

[4] Dans W. Cureton, *Ancient syriac documents.* London, 1864, p. 33 de la traduction et p. 33 du texte syriaque. Ce document fait partie de *L'Enseignement d'Adée* dans T. de Lagarde, *Reliquiae juris eccles. antiquissi.* Viennae, 1856. — Philipps a donné une édition plus complète de *L'Enseignement* (ou doctrine) *d'Adée* à Saint-Pétersbourg, 1876. Grégoire Barhébreus reproduit le passage cité dans *Chronicon ecclesiasticum,* section II, colonne 4. Ébed-Jésus l'a également inséré dans sa *Collection canonique.* Voir Mai *Scriptor. vet. nov. collect.*, t. X, pp. 7 et 174.

mer au delà du Gange, la mer qui était la plus reculée pour les navigateurs syriens et persans de cette époque, et qui baignait les côtes de la Chine. Ce texte indique donc que les pays limitrophes de l'Inde jusqu'à la mer de Chine reçurent de l'apôtre saint Thomas la transmission de la foi chrétienne. La Chine n'est pas nommée, mais elle doit être comprise dans les pays limitrophes, puisque saint Thomas alla jusqu'à la mer la plus reculée.

D'après la tradition des chrétiens du Malabar, saint Thomas aurait évangélisé l'île de Socotora, puis Cangranor, siège du roi du Malabar, ensuite Coulan; de là il serait passé à Méliapour et serait allé jusqu'en Chine. Antoine Gouvea ajoute : « Ex antiquis tabulariis dioeceseos Angalamensis constat, ad illam oram mitti olim consuevisse antistitem, qui archiepiscopi Indorum nomen gereret. Et is quidem binos habebat suffraganeos, alterum in Socotora insula, in regione *Masin* (Chine méridionale) alterum; ita locus ille in antiquis titulis appellatus reperitur. Sanctus igitur Thomas a Sina ad Meliaporam urbem regressus ob innumeras populi ad fidem conversiones, odium invidiamque duorum brachmannorum subiit, qui, excitata adversus eum turba, saxis obrui apostolum curarunt; quumque eum semivivum alter ipsorum brachmannorum vidisset, lancea confossum e vivis sustulit [1]. »

Le Père Kircher parle des archives de l'église de Méliapour en ces termes : « Fertur relatione fide digna in ecclesiæ Maliaporensis archivo litteras adhuc syriaca lingua in pervetusto pergameno scriptas conservari, quibus sanctus Thomas episcopos in dictis a se consecratos, id est in Chandahar, Chaboul, Caphurstan, Guzarata minori, ceterisque conterminis locis, ad concilium Meliaporense avocarat [2]. »

Comme Kircher ne parle que par ouï-dire et comme il ne connaissait pas le syriaque, il est fort à craindre qu'il n'ait confondu et pris pour synode de saint Thomas le synode tenu en 1590 à Méliapour par l'évêque nestorien Thomas. Assemani ne doute aucunement de la confusion [3].

[1] *Hist. Al. Menezii archiep. Goani*, lib. I, cap. I, cité par Assemani, *Bibl. or.*, t. III, part. II[a], p. 435.

[2] *China illustrata*, cap. LXXIX.

[3] *Bibl. or.*, t. III, part. II[a], pp. 30 et 189.

Les Nestoriens célèbrent avec les Chaldéens, le 3 juillet, la fête de saint Thomas qu'ils qualifient dans les hymnes et les prières d'*apôtre des Indes*. Ils ajoutent même : « Par Mar Thomas, l'Inde passa de l'erreur à la vérité. Par Mar Thomas, l'erreur de l'idolâtrie cessa dans l'Inde; par Mar Thomas, même les Chinois et les Couchites (Éthiopiens) revinrent à la vérité [1]. » L'adjonction des Éthiopiens, que saint Thomas n'a jamais évangélisés, aux Chinois ôte beaucoup de sa valeur à cette tradition du Bréviaire chaldéen quant à ce qui concerne les Chinois.

Néanmoins les Nestoriens enseignent encore ailleurs que saint Thomas a porté l'Évangile en Chine. Ainsi Ébed-Jésus, dans sa *Collection des canons* (tract. IX, cap. I), exposant l'origine des patriarcats institués par les apôtres, dit que « le cinquième patriarcat est celui de Babylone, en l'honneur des trois apôtres, docteurs de ces contrées : de Thomas, docteur *des Indiens et des Chinois,* de Barthélemy, etc. » Amrou dit aussi que saint Thomas prêcha aux Indes et jusqu'en Chine [2]. Avant lui, Élie de Damas avait écrit que le pays du Sind, de l'Inde et les contrées limitrophes jusqu'à la mer Verte, ont été évangélisés par l'apôtre Thomas [3]. La mer Verte baigne les côtes de Chine et est la même que la mer Extrême. Le docte Assemani pense, il est vrai, que ces témoignages ne suffisent pas et que les Nestoriens ont reporté aux apôtres ce qui s'est fait postérieurement par les évêques chaldéens qui pénétrèrent en Chine par l'Inde et par la Tartarie [4]. Cela peut être vrai pour Ébed-Jésus et Amrou, qui ont écrit au XIV^e^ siècle, mais non pour le témoignage tiré de l'*Enseignement des apôtres,* qui remonte au IV^e^ siècle et pour la tradition tirée des archives des chrétiens de Malabar, qui parlent d'un évêché en Chine et attestent la prédication de saint Thomas dans cette contrée. Il faut remarquer que dans ce qui précède, il s'agit de la Chine méridionale, qui avait pour villes principales Nankin, Canton, Kinsai et d'autres. Nous ne parlons pas de la Chine septentrionale, qui s'étendait au

[1] P. Bedjan, *Breviarium chaldaicum*. Paris, 1887, part. III, p. 486. Cfr. Assemani, *Bibl. or.*, t. III, part. II, pp. 31 et 32.

[2] Dans Assemani, *Bibl. or.*, t. III, part. II, p. 5.

[3] *Ibid.*, p. 5.

[4] *Bibl. or.*, t. III, part. II, p. 437.

nord de la grande muraille sur la Tartarie et eut sous les Mongols et jusqu'aujourd'hui pour capitale Pékin.

Les témoignages que je viens de citer sont les seuls que j'aie trouvés dans les documents syriens concernant la Chine méridionale avant l'inscription de Si-ngan-fou.

Le moine navigateur Cosmas, qui alla aux Indes et jusqu'à l'île de Ceylan vers le milieu du VI[e] siècle, ignore s'il y a des chrétiens plus loin. Voici ses remarquables paroles : « Dans l'île Taprobane (île de Ceylan), vis-à-vis de l'Inde intérieure, dans l'océan Indien, il y a une église chrétienne qui a son clergé et ses fidèles. En existe-t-il plus loin, je l'ignore. Il en est de même à Malé (Méliapour), qui produit le poivre. A Calliana, comme on l'appelle, il y a un évêque qui est habituellement ordonné en Perse. De même dans l'île appelée Dioscoride (Socotora), qui est située dans la mer des Indes et dont les habitants parlent le grec, il se trouve un clergé venu de Perse, où il est ordonné ; il s'y trouve également une multitude de chrétiens. J'ai touché à cette île, mais sans descendre de navire ; j'ai cependant causé avec quelques-uns des habitants qui parlaient grec et étaient en partance pour l'Éthiopie. De même chez les Bactriens, les Huns, les Perses, les Indiens, les Persarméniens, les Mèdes, les Élamites et dans toute la Perse, une multitude d'églises et d'évêques, une foule immense de chrétiens, beaucoup de martyrs, de moines et de solitaires [1]. » Le même moine observe ailleurs qu'il y a à Ceylan une église de chrétiens persans avec un prêtre et un diacre envoyés de Perse, et qu'il se fait entre cette île et la Chine méridionale un commerce très actif de soie et d'autres marchandises [2]. Il n'est pas improbable que le christianisme se soit introduit, à l'aide de ce commerce, à différentes reprises, dans la Chine méridionale, comme le veut la tradition des chrétiens du Malabar et des Nestoriens.

Ainsi s'expliquerait la présence d'un grand nombre de chrétiens au IX[e] siècle dans la ville de Kanfou, ville immense dont les ruines se voient près de Hang-Tchéou. On lit en effet dans la *Relation des voyages faits par*

[1] *Topographia christ.*, lib. III, dans MIGNE, *Patrol. gr.*, t. LXXXVIII, col. 170.
[2] *Ibid.*, col. 446.

les Arabes et les Persans dans l'Inde et à la Chine dans le IX^e^ siècle de l'ère chrétienne [1] : « L'an 878, Banschoux prit Kanfou et fit passer au fil de l'épée cent vingt mille musulmans, juifs, chrétiens et mages. »

Le moine Cosmas observe que le voyage en Chine est beaucoup plus court et plus facile par terre, à travers la Perse et l'Inde, que par mer. C'est par cette seconde voie que les missionnaires nestoriens sont venus en 635 à Si-ngan-fou. Mais il est fort probable qu'avant cette époque, bien des chrétiens avaient pénétré en Tartarie et en Chine par le Turkestan.

Après saint Thomas, le christianisme fut de nouveau prêché dans toute la Perse, dans les contrées reculées de Gog et Magog et dans l'Inde, par Agaï ou Aghaeus, qui est regardé par les Chaldéens et les Nestoriens comme leur troisième apôtre. *L'Enseignement des Apôtres,* que j'ai déjà cité, dit : « Toute la Perse, les Assyriens, les Arméniens, les Mèdes, les environs de Babylone, les Huzites, les Gèles, jusqu'aux frontières des Indiens et jusqu'à Gog et Magog, reçurent le sacerdoce d'Agaï, le fabricant de vêtements de soie, disciple de l'apôtre Adée [2]. » Élie de Damas, Ébed-Jésus, Amrou, Marès, fils de Salomon, confirment ce témoignage [3]. Gog et Magog désignent ces peuples reculés que nous appelons Scythes, Tartares, Mongols. Il est à remarquer qu'Agaï faisait des vêtements de soie et que la soie se tirait de la Chine.

Saint Marès, successeur d'Agaï, arrivé aux confins de l'Inde, revint sur ses pas, laissant son disciple Job continuer l'œuvre commencée dans ces pays lointains [4].

M. Paul Bedjan a publié, en 1893, l'histoire légendaire de Mar Jonan, un des compagnons de saint Eugène, attribuée à Mar Zadvaï, du monastère

[1] *Relation des voyages faits par les Arabes et les Persans dans l'Inde et à la Chine dans le IX^e^ siècle de l'ère chrétienne,* publiée par Reinaud. Paris, Imprimerie royale, 1845, t. I. Disc. prélim., p. 234, et texte, p. 64. — Cette relation, qui a pour auteur Abou-Zeyd, fut d'abord publiée par Renaudot. Reinaud a corrigé la version et ajouté le texte arabe avec un long discours préliminaire.

[2] Cureton, ouvrage cité, p. 34 du texte syriaque.

[3] Cfr. J.-S. Assemani, *Bibl. or.*, t. III, part. II^a^, pp. 16-20.

[4] Voir les *Actes* légendaires de saint Maris, édités par M^gr^ J.-B. Abbeloos, *Acta S. Maris.* Bruxelles, 1885, p. 85.

de Mar Thomas, dans l'Inde [1]. D'après cet écrit, le monastère de saint Thomas aurait compté dans le milieu du IV^e^ siècle deux cents moines; il y aurait eu, en outre, dans cette contrée un évêque nommé Jean et un clergé nombreux.

Au IV^e^ et au V^e^ siècle, le nombre des chrétiens était si grand dans tout le Chorassan que les sièges de Perse, de Merv et de Hérat méritèrent une mention spéciale au concile de Séleucie-Ctésiphon en 410 et furent bientôt érigés en sièges métropolitains [2]. David, évêque de Tous, assista au synode de Dad-Jésus en 430; Iazdoï, évêque de Hérat, assista au synode de 430; Gabriel, à celui de 485; Iazdad, à celui de 499; un autre Gabriel, à celui de 588. On cite les métropolitains de Merv (les Syriens prononcent Marou) Barnabé en 430, Jean en 499, David en 553, Grégoire en 588, Étienne en 677; les métropolitains de Perse ou du Farsistan, Jean qui assista au concile de Nicée, où selon Gélase de Cyzique il représenta les Églises de la Perse et de l'Inde [3], Éphrem en 499, Maana en 544; les évêques de Ségestan Afrid en 430, Courmeh, en 577 [4]. Nous pourrions y ajouter les évêques de Phirouz-Sapor, de Rivardaschir et d'autres villes du Khorassan.

Il existait entre ces villes et l'Inde d'une part, entre ces villes, le Turkestan, la Tartarie et la Chine septentrionale d'autre part, des relations très fréquentes. Massoudi rapporte qu'il a vu à Balk un vieillard qui avait fait plusieurs fois par terre le voyage de Chine [5].

Les rigueurs fanatiques de l'islamisme furent autrement nuisibles aux chrétiens orientaux que les persécutions des rois perses. Jésuiab d'Adiabène, qui fut catholique des Nestoriens de l'an 650 à 660, se plaint dans une *Lettre à Siméon, métropolitain de Rivardaschir,* que des milliers de Marouviens (Merviens) se soient laissés aller sans résistance à l'islamisme pour ne

[1] *Acta martyrum et sanctorum*, t. I, pp. 466-525. — Saint Jean Chrysostome déclare au IV^e^ siècle que Jésus-Christ a des autels non seulement chez les Romains, mais chez les Perses, les Indiens, les Scythes et même au delà des continents.

[2] Ebed-Jésus, *Collect. canon.*, ap. Mai, *Script. vet. nova coll.*, t. X, p. 141.

[3] Labbe, *Concilior. collect.*, t. II, pp. 52, 227 et 267.

[4] Voir Guidi, *Zeitschr. d. deutsch. morgenl. Gesellsch.*, 1889, t. XLIII, pp. 407 et suiv.

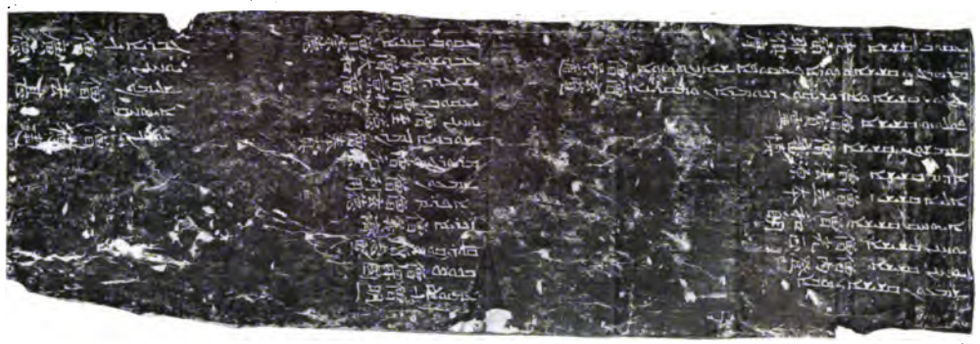
[5] Voir Reinaud, *Relation des voyages, etc.* Disc. prélim., p. 165.

pas perdre la moitié de leurs biens, et que de nombreux peuples de l'Inde soient sans évêques par la faute des évêques de Perse : « Rappelez-vous aussi, frère aimant Dieu, que de même que *vous avez fermé à beaucoup de peuples de l'Inde la porte de l'ordination épiscopale* et que vous les avez privés de ce don divin pour des intérêts temporels et corporels, ainsi Celui d'en haut a fermé la porte du don divin à votre indigence. Car vous connaissez en quel état désespéré est la chose publique, puisque c'est par de fidèles dépositaires et par les voies canoniques que le don divin se transmet. Vous voyez le monde rempli d'évêques, de prêtres et de fidèles nombreux comme les étoiles du ciel et s'augmentant de jour en jour; tandis que dans votre pays, depuis que vous avez abandonné les canons de l'Église, la transmission sacerdotale aux peuples de l'Inde est interrompue, et non seulement l'Inde depuis les confins maritimes de la Perse jusqu'à Colon sur une étendue de plus de 1,200 parasanges (au delà de 1,200 lieues), mais votre Perse elle-même est assise dans les ténèbres, privée de la lumière de l'enseignement divin de la vérité qui est donné par les évêques [1]. » Il ressort de ce témoignage que jusqu'à l'invasion de l'islamisme dans le Khorassan et dans le Farsistan, il y avait dans ces contrées une multitude de chrétiens avec leurs prêtres et leurs évêques. Le métropolitain de Perse envoyait des évêques dans différentes contrées de l'Inde où il y avait, selon le même témoignage, beaucoup de chrétiens.

Nous avons donné plus haut le texte d'Ébed-Jésus qui attribue à Saliba-Zacha la création du siège métropolitain de Chine et nous avons vu que ce siège fut attribué au métropolitain David par Timothée, qui succéda à Hanan-Jésus en 780. Voilà ce que j'ai trouvé dans les documents syriaques publiés jusqu'ici.

[1] Voir le texte syriaque dans ASSEMANI, *Bibl. or.*, t. III, part. I, p. 129.

後一千七十九年咸豐己未武林韓泰華
来觀幸字畫完整重造碑亭覆焉惜故友
吳子苾方伯不及同遊也為悵然久之



T.-J. LAMY et A. GUELUY. Castelain, phot.

TABLE DES MATIÈRES.

PARTIE CHINOISE

Pages.

Préface 3

PREMIÈRE PARTIE. — Historique :

La découverte. 7
Les textes connus 8
Les traductions 14
L'état actuel du monument 17

DEUXIÈME PARTIE. — Examen :

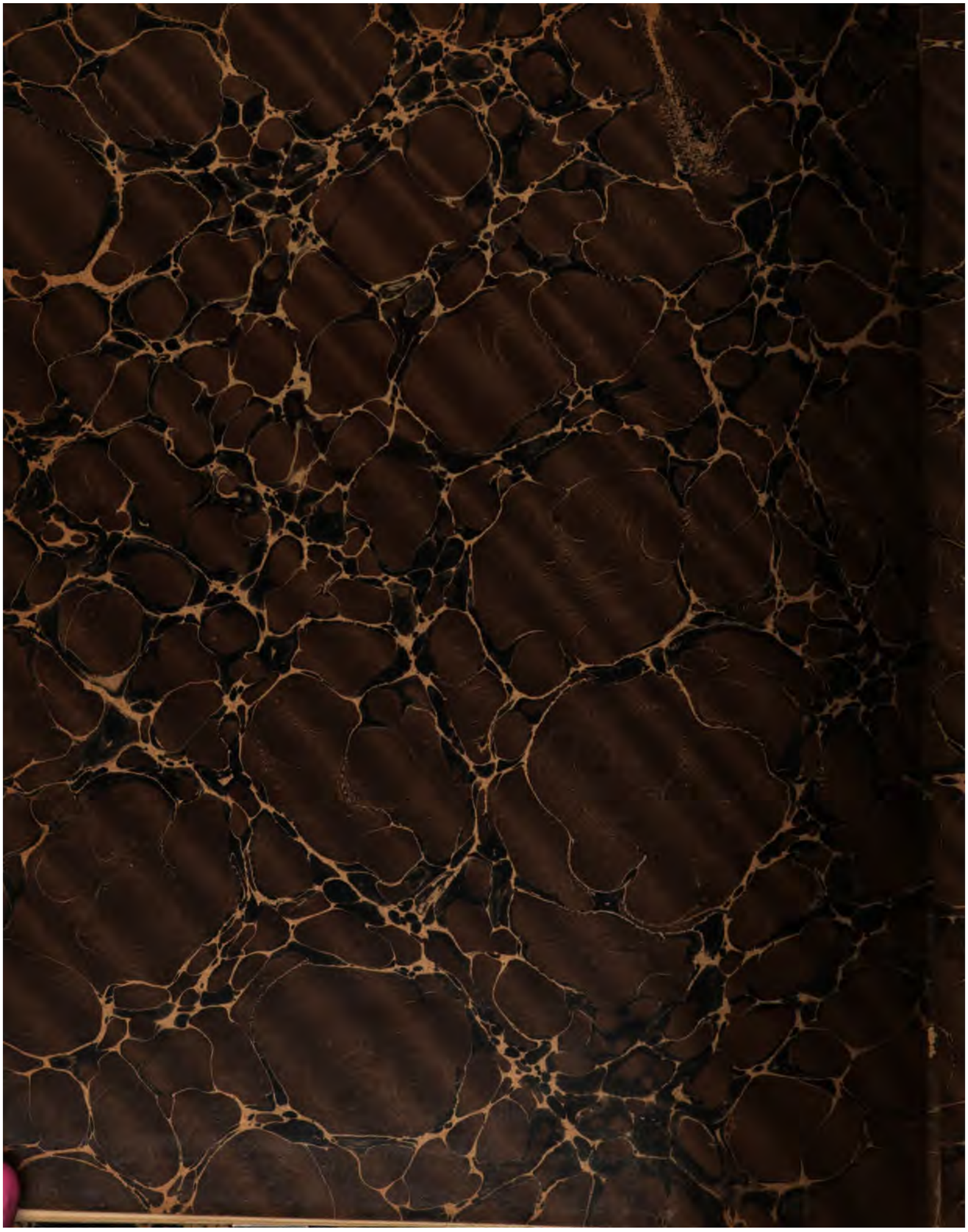
La croix 29
Les signataires 43
Coup d'œil d'histoire religieuse de la dynastie des T'ang 55

TROISIÈME PARTIE. — La traduction :

Argument 69
La religion chrétienne 69
Sa propagation en Chine 74
Chant en huit strophes 80
Date du monument. 82

PARTIE SYRIAQUE

Préface 83
Caractère de l'écriture syriaque 84
Le texte syriaque et la traduction 85
Date du monument, son caractère nestorien 89
Le patriarche Hanan-Jésus 95
Le chorévêque du Sinestan Adam 97
L'auteur du monument 100
Les soixante-dix signataires. 105
Introduction du christianisme en Chine d'après les sources syriaques 112



FEB 5 1908

Dirke 12/10/41

Widener Library
3 2044 092 606 276